WIADOMOŚCI
TECHNICZNE UZBROJENIA

PAŹDZIERNIK — 1933 R. NR 22

TREŚĆ:

SOMMAIRE:

3615 Drukarnia Gospodarcza. Warszawa. Wspólna 54. Tel. 8-84-12.

672 : 623 . 451

Inż. MARUSZCZENKO-BOHDANOWSKI A.

O STALI POCISKOWEJ.

(ciąg dalszy).

III.

Proces termicznego ulepszania gotowych pocisków.

Na podstawie technicznej literatury, dotyczącej obróbki termicznej gotowych pocisków — przeważnie francuskiej a po części rosyjskiej i amerykańskiej, oraz własnych spostrzeżeń — podaję schemat powyższego procesu, który dałby się łatwo zastosować w warunkach praktycznych przy masowej produkcji.

Proces termicznego ulepszania składa się z procesu hartowania i procesu odpuszczania; procesy te należy tak przeprowadzić, aby ilość pęknięć i wzdęć w czasie hartowania i podczas prób hydraulicznych była minimalna, nie przekraczała 2%, i co najwyżej 5% pocisków zwracałoby się do powtórnego hartowania lub odpuszczania, jako zbyt miękkie lub zbyt twarde.

Używa się przytem stali półtwardych normowanych przez przepisy odbiorcze, w granicach praktycznych C = 0,30 — 0,42% i Mn = 0,5 — 0,85%, nie mających znacznych wad fizycznych jak jamy usadowe, raki, wgłębienia, rozwarstwienia, odwęglania, wtrącania tlenu i innych zanieczyszczeń, które mogą pochodzić od stanu początkowego utworzenia bloku, lub wskutek walcowania w ryglach.

Najłatwiej i najracjonalniej będzie rozpatrywać czynniki, wchodzące w proces obróbki termicznej pocisków, w kolejności po sobie następujących operacyj: od przyjęcia rygli aż do odebrania gotowych

pocisków przez odbiorców. A więc schemat ten będzie przedstawiał się następująco:

A. Metal.

1) Jego skład chemiczny (wpływ C, Mn, Cr, V, P, S, Si i t. d. wpływ rozkładu tych pierwiastków, lub ich węglików).
2) zanieczyszczenia metalu — żużle i wtrącenia.

B. Operacje przed hartowaniem.

1) Operacje doprowadzające do przegrzania lub przepalania stali:
   a) ogrzewanie bloczków przed tłoczeniem,
   b) ogrzewanie przed „butelkowaniem".
2) Operacje powodujące pęknięcia — („butelkowanie..).

C. Wyżarzanie przed hartowaniem.

D. Ogrzewanie przed hartowaniem.

1) Temperatura ogrzewania — jej wysokość i jednostajność.
2) Czas ogrzewania i krzywa ogrzewania pieca.
3) Czystość powierzchni metalu przed hartowaniem.
4) Częściowe chłodzenie pocisków przed hartowaniem.

E. Hartowanie właściwe.

1) Utrzymanie pocisków w stanie równomiernego nagrzania przed pogrążeniem w ciecz.
2) Ciecz do hartowania — jej natura, temperatura i czystość.
3) Aparaty do hartowania:
   a) Sposób obiegu wody w aparacie do hartowania,
   b) Rozchód wody ogólnej i podział płynu między częścią wewnętrzną a zewnętrzną pocisku hartowanego,
   c) Szybkość cieczy.
   d) Położenie (centralne) pocisku w aparacie do hartowania.
4) Czas trwania działania cieczy do hartowania.

F. Odpuszczanie.

1) Odstęp czasu między hartowaniem a odpuszczaniem.
2) Nagrzewanie do opuszczania:
   a) Temperatura nagrzewania i krzywa ogrzewania pieca.

b) Czas wytrzymania pocisków przy danej temperaturze.
3) Chłodzenie pocisków po odpuszczaniu.

G. *Metody sprawdzania gotowych pocisków.*

1) Kontrola zewnętrzna — poszukiwanie pęknięć, rys. i t. p.
2) Próby hydrauliczne.
3) Próby na dźwięk.
4) Próby strzelania.

A. Skład chemiczny.

Ponieważ poszczególne pierwiastki, wchodzące w skład chemiczny stali, mają wybitny wpływ tak na budowę jak i na własności wytrzymałościowe, od których zależy dobroć pocisków, rozpatrzę więc wpływ ich w nieco szerszym zakresie w świetle obecnej wiedzy metaloznawczej.

Węgiel.

Węgiel w stali jest cały chemicznie połączony i on nadaje jej własność hartowności, a zdolność ta podnosi się ze zwiększeniem zawartości węgla. W miarę podwyższenia w stalach zawartości węgla, obniża się temp. nagrzewania, potrzebna dla osiągnięcia zupełnego hartowania. Im więcej stal zawiera węgla, tem większe utwardnienie wykazuje budowa martenzytyczna.

Mangan.

Drugim ważnym czynnikiem w stalach węglistych jest mangan, który ma znaczny wpływ na wzrost twardości stali po hartowaniu. W stalach pociskowych granice jego zawartości wahają się od 0.50 — 0.85%, przytem: im więcej węgla, tem mniej Mn i odwrotnie. Zwiększenia ilości Mn ponad tę normę mogą wywoływać, oprócz zwiększenia twardości po hartowaniu, kruchość i wewnętrzne naprężenia, niepożądane przy pociskach. Większe ilości Mn podnoszą wrażliwość stali na hartowanie, wpływają na powstawanie gruboiglastej i ziarnistej budowy martenzytu, ponadto zwiększają zmiany objętościowe.

Obecność manganu w stalach węglistych obniża punkty przemiany allotropowej. Według H. Mayer'a ([13]) działanie Mn na obniżenie pkt. Ar_3 jest następujące:

Przy 0,1%	Mn	obniża	się	Ar_3	o	5°C
„ 0,2%	„	„	„	„		10°C
„ 0,3%	„	„	„	„		15°C
„ 0,4%	„	„	„	„		20°C
„ 0,5%	„	„	„	„		26°C

„	0,6%	„	„	„	„	32°C
„	0,7%	„	„	„	„	38°C
„	0,8%	„	„	„	„	45°C
„	0,9%	„	„	„	„	52°C

([14]) P. Schafmeister i R. Zoja zbadali wpływ Mn na stopień obniżenia przemiany allotropowej w obecności węgla, gdyż dotychczas było tylko wiadomem, że Mn obniża punkt przemiany allotropowej γ - Fe w α - Fe.

Autorzy ci stwierdzili, że zależność wydzielających się ilości ferrytu w stalach o zwiększającej się zawartości węgla w obecności Mn nie odpowiada linji prostej. Obecność Mn zatrzymuje wydzielenie ferrytu i to w coraz to większym stopniu. W czasie jednoczesnej obecności C i Mn, wpływy obniżające obydwu tych pierwiastków sumuję się.

Ilość ferrytu wydzielonego z roztworu stałego zmniejsza się w miarę zwiększenia ilości Mn i w miarę zwiększenia szybkości chłodzenia. Wpływ szybkości chłodzenia zwiększa się w miarę wzrostu zawartości Mn; również i zawartość C w perlicie zmniejsza się w miarę zwiększenia zawartości Mn.

Niedawno ogłoszono pracę Amerykanina B. M. Larsena pod tyt. „Wpływ Mn na rozkład C w stali" ([15]), w której powiedziano, iż w układzie Fe—C trzy czynniki określają wpływ Mn na węgliki:

1) Rozszerzenie granic istnienia roztworu stałego Fe—γ lub austenitu.

2) Tworzenie węglika manganu, który jest bardziej stały od cementytu, t. j. karbidu żelaza.

3) Trudność dyfuzji atomów Mn przez siatkę przestrzenną żelaza przy zwykłych temp. obróbki, przy których atomy C dyfundują bez przeszkód.

W stalach zawierających więcej niż 1% Mn powstaje charakterystyczna struktura dendrytyczna w odlewach i struktura włóknista w prętach walcowanych lub kutych. Ta struktura pozostaje bez zmiany do temp. ogrzewania 1000°, a przy 1100—1200° C atomy Mn, jak się zdaje, uzyskują większą ruchliwość w siatce przestrzennej żelaza, a przy 1300° już w ciągu jednej godz. usuwa się zjawisko segregacji a natomiast otrzymuje się jednakowe stężenie w całej siatce przestrzennej żelaza.

Fosfór.

Stead ([16]) pierwszy wykazał, że P wypycha węgiel z międzydendrycznych przestrzeni. Również i Whiteley ([17]) stwierdził, że fosfór w krytycznym zakresie temp. t. j. między pkt. Ac_1 i Ac_3 koncentruje się w ferrycie. ([2]) Hartowane pociski kalibru 75 mm zawierające 0,09% P przy 0.425% C i 0.90% Mn dawały wielki procent pęknięć i szpar; bo jest rzeczą wiadomą, że P o tyle więcej wpływa na powstanie pęknięć w czasie hartowania, im więcej stal zawiera C.

R. Caillol ([18]) powiada, że stale, zawierające większą ilość P, są skłonne do rekrystalizacji, co jest często przyczyną kruchości metalu. Ponadto, kiedy zawartość C zwiększa się, ilość P, która może pozostać rozpuszczoną w roztworze stałym, znacznie zmniejsza się; albowiem C dąży do wypychania P z roztworu stałego, wskutek tego tworzy się rodzaj paska dookoła ziarna.

([15]) Domieszki P i As przyczyniają się do powstawania w stali struktury pasemkowatej; obydwa te pierwiastki podnoszą punkt Ar_3.

Zawartość fosforu określają przepisy odbiorcze dla stali pociskowych poniżej 0.04%.

Krzem.

Punkty przemian allotropowych przez domieszkę krzemu podnoszą się. Nieznaczna domieszka krzemu sprzyja podniesieniu własności sprężystych stali ([19]). Obecność Si i P utwardnia ferryt, a obecność samego Si w stali przyśpiesza wytworzenie się perlitu.

([20]) W obecności Si ze zwiększeniem temp. zmniejsza się zdolność rozpuszczania C w żelazie. Wiadomo, że krzem sprzyja wydzieleniu się węgla w postaci grafitu.

([21]) Domieszki krzemu w ilości 0.25—0.50% wprowadza się w stale półtwarde, co sprzyja podniesieniu się własności sprężystych, a jednocześnie zmniejsza kruchość stali po zahartowaniu.

Siarka.

Siarka jest jednym z najniepożądańszych pierwiastków wchodzących w skład tworzywa stalowego. Siarka jest prawie nierozpuszczalna w żelazie, występuje w niem przeważnie w postaci siarczków, co obniża wartość stopu. Najskuteczniej osłabia działanie S pewna zawartość Mn. Siarka związana przez Mn jest mniej szkodliwa, ponieważ siarczki manganu są więcej plastyczne w temp. walcowania i kucia. Siarka jest głównym czynnikiem wywołującym kruchość w temperaturach czerwonego żaru.

Miedź.

Miedź miała długi czas złą opinję. Jeszcze do dziś dnia spotyka się przepisy odbiorcze, w których zawartość Cu jest wprost zabroniona. W istocie zaś Cu, będąc obecną w stalach w zwykłych ilościach (0,10—0,15%), jest nieszkodliwa, a niekiedy nawet pomyślnie działa (stale odporne na działanie czynników atmosferycznych zawierają Cu około 0.5%).

([22]) Zawartość Cu ponad 1% czyni stal kruchą. Howe twierdzi, że zawartość Cu do 0.3% pozostaje bez wpływu na stopień kruchości stali półtwardej, dopiero zawartość Cu powyżej 0.34% pogarsza kujne zdolności materjału.

Chrom i wanad.

W czasie wojny wielkie wytwórnie wprowadzały do stali chrom w ilości do 0,1—0,2%; domieszka ta wpływa dodatnio na jednorodność twardości po hartowaniu.

Dodatek V do 0.15% do stali pociskowych podnosi R i Q, ułatwia hartowanie, rozdrabnia ziarno, a stale zawierające wanad dają się dobrze kuć i walcować.

Rozmieszczenie poszczególnych pierwiastków w materjale stalowym winno być równomierne, co w znacznej mierze zależy od troskliwości i staranności stalowników.

Należy starać się, aby stale pociskowe nie zawierały żużli i innych wtrąceń, dlatego jest rzeczą pożądaną stosować badania na makrografję w czasie odbioru rygli, zwłaszcza górnej ich części, ponieważ te zanieczyszczenia po obróbce termicznej przy próbach hydraulicznych powodują pęknięcia i to — jak wykazuje praktyka — pęknięcia te powstają na wewnętrznych ścianach skorupy. Wtrącenia żużlowe znajdują się niekiedy w nadzwyczaj drobnym stanie między kryształami żelaza i zmniejszają jego spoistość, pogarszają przeto pod każdym względem własności wytrzymałościowe stali.

B. Operacje przed hartowaniem.

Przegrzanie czy nawet przepalanie w warunkach fabrycznych, są czasami prawie nie do uniknięcia. Jedynie należy przedsięwziąć środki zabezpieczające metal od skutków przegrzania czy przepalania.

Zaleca się, aby stopień nagrzewania bloków nie przekraczał temp. 1200° C dla gatunku stali pociskowych o rozpiętości składu chemicznego powyżej podanego. Jest to pierwsza operacja, która może spowodować przez niedopilnowanie przegrzanie lub nawet przepalenie metalu.

Następna operacja przeciągania na gorąco może spowodować pęknięcie lub szczeliny w wydrążonym bloku. Ta operacja może uwidocznić istnienie wymienionych wad niezauważonych przy odbiorze i w czasie pierwszego tłoczenia, a również może sprzyjać powstawaniu nowych wad.

Praktyka przy tym procesie stwierdziła, że bloki używane w czasie tłoczenia miały bardzo często powierzchnie odwęglone, i tworzywo wykazywało stale szczeliny w procesie tłoczenia w matrycach otwartych. Struktura tego tworzywa była przegrzana i mogła powstać w okresie ogrzewania bloków w atmosferze utleniającej pieca powyżej 1200° C. Stwierdzono również, że tłoczenie w matrycach zamkniętych, nawet w razie wadliwego materjału, dawało mniej pęknięć, niż w matrycach otwartych.

Dla uniknięcia pęknięć, a przynajmniej ograniczenia ich do minimum, należy stopniowo ogrzewać bloczki do temp. 1000—1200° C, oddając pierwszeństwo temp. 1100° w atmosferze redukującej.

Na praktyce temperatura bloczku po wyjściu z pieca waha się w granicach 1200—1250°. Jednak kilka sekund pozostaje bloczek na powietrzu, zanim robotnik chwyci go kleszczami i posunie po rolce do parę metrów dalej stojącej prasy tak, że w prasie bloczek posiada temp. 1050—1100° C.

Francuska praktyka wykazała, że pęknięcia powstają dość często przed hartowaniem, jeżeli stale pociskowe były nieco twardsze i miały C $\sim$ 0.40%. Pochodziły te pęknięcia przeważnie naskutek przeciągania metalu na zimno. W celu usunięcia tej obróbki huty wprowadziły dodatkową operację — wyżarzenie, które uskuteczniało się przy 850° C w przeciągu jednej godziny.

Przeciąganie odbywa się zazwyczaj na gorąco. Jest to druga operacja, którą uskutecznia się natychmiast po wytłoczeniu w prasie o skoku pionowym. W czasie operacji skorupę wydłuża się na około 150—200 mm. Tak przygotowane cylindry wydrążone po ostygnięciu na powietrzu zostają transportowane do działu obróbki mechanicznej i po przejściu szeregu operacyj zgrubsza, nadających odpowiednie wymiary, skorupy wracają do t. zw. „butelkowania", które odbywa się na gorąco.

W tym celu ogrzewa się ponownie tylko górną część skorupy w piecu gazowym z silnym podmuchem do temp. 1100°, w której to temp. odbywa się „butelkowanie" na prasie ze specjalnie ukształtowanemi matrycami (nadawanie owalu).

Po tej operacji pociski nie wyżarza się, lecz po drobnej obróbce mechanicznej odchodzą one do hartowania.

C. *Wyżarzanie przed hartowaniem.*

Wyżarzanie przed hartowaniem, zależnie od warunków pracy, może być niekiedy korzystne. Prof. H. Le Chatelier w swoich memorjałach o hartowaniu (z 5. VII. 1915 r.) wspomina o wpływie wyżarzania po „butelkowaniu" pocisków 75 mm przed hartowaniem w następujący sposób. „Hartowanie pocisków 75 mm fabrykowanych przed wojną z pierwszorzędnej stali nie nastręczało trudności i nie wymagało żadnych specjalnych przygotowań". Natomiast w czasie wojny materjał pociskowy był wyrabiany niesumiennie, zwłaszcza przez huty zagraniczne.

Zła właściwość metalu powoduje dużo komplikacyj, i aby udało się hartowanie pocisków z nie całkiem właściwych stali, w celu osiągnięcia minimalnej ilości braków, — należy stosować te same zabiegi, co i przy hartowaniu stali twardej, kiedy przedmioty po obróbce przedwstępnej są zwykle wyżarzane przed hartowaniem, np. blachy pancerne, pociski do przebijania okrętów nieprzyjacielskich, magnesy i t. d.

Zakłady Panhard i Levassor miały wadliwe stale, dające 15% braków w formie pęknięć przy hartowaniu lub wzdęć przy próbach hydraulicznych. Za poradą L. Chatelier'a zastosowano wyżarzanie pocisków przy 950° C w ciągu 1½ godziny i ochładzano je przed odejściem do pieca do hartowania — braki zmniejszyły się do 1.5%. W ciągu dalszej swej wytwórczości zakłady te postępowały w sposób analogiczny i miały braków jeszcze mniej.

D. *Ogrzewanie przed hartowaniem.*

Każdy piec, używany do celów obróbki termicznej, powinien odpowiadać warunkom następującym:

a) Regularność temp. w całej jego przestrzeni roboczej i łatwość jej zmieniania;

b) Możliwość łatwego otrzymania atmosfery pożądanej, czy to odtleniającej, czy to neutralnej (utleniającej).

c) Łatwość manipulowania wyrobami;

d) Niska cena utrzymania pieca i prowadzenia operacyj.

Piece mogą być opalane paliwem stałem, płynnem, półgazowem, gazowem i elektrycznem. Dalej należy rozróżnić, czy wyroby są w bezpośredniem zetknięciu z paliwem lub z produktami spalenia, czy izolowane od nich, oraz czy ładowanie uskutecznia się ręcznie lub automatycznie.

Ogrzewanie przed hartowaniem ma wielki wpływ na wyniki obróbki termicznej. Ogrzewać należy do temp. leżących nieco wyżej punktu przemiany allotropowej i nie przekraczać tej temp. więcej niż o 30—50° C.

Ogrzewanie musi być możliwie jednostajne, a zatem zachodzi potrzeba uwzględnienia czasu ogrzewania i krzywej temp. pieca grzewczego. Czas trwania ogrzewania dla stali na 75 mm pociski wynosi przeciętnie 45 min. przy temp. 875—850° C, dla pocisków zaś 120 mm — 90 min. Przy zawartości węgla powyżej 0.42% i przy podwyższonej zawartości Mn poleca się według przepisów francuskich ogrzewać do 775° C.

Nagrzewanie powinno odbywać się w warunkach zabezpieczających powierzchnię pocisku od utleniania. Wytworzona na powierzchni zendra może być niekiedy szkodliwą, a mianowicie w momencie zetknięcia się metalu z płynem ochładzającym, powodując niejednorodność twardości, czyli nierównomierność przenikliwości hartowania, o której mowa jest niżej. Uważać również należy, aby nie nastąpiło odwęglania. Próby twardości kulką Brinella bardzo wyraźnie wykazują wpływ szkodliwego tlenku, który może istnieć na powierzchni pocisku po wyjściu z pieca, a stąd — dostać się do aparatu. Przy badaniu kulką Brinella powierzchni jednego takiego pocisku w różnych miejscach, czasem blisko siebie położonych, zachodzą różnice w wartościach odcisku kulką od 35 aż do 47, a to są bardzo niebezpieczne zjawiska. Stwierdzono również, że szkodliwy wpływ tlenków jest silniejszy, gdy hartowanie odbywa się przy niskiem ciśnieniu wody (5 metr) i mniej szkodliwy przy ciśnieniu wysokiem (10 mtr.).

Ażeby uniknąć utleniania, ogrzewa się pociski w atmosferze redukującej z lekkiem nadciśnieniem w roboczej przestrzeni pieca, w celu uniemożliwienia przenikania powietrza zzewnątrz. W każdym innym wypadku należy oczyszczać powierzchnię pocisku stalową szczotką lub skrobaczką.

Prof. H. L. Chatelier ustalił pewne reguły dla hartowania pocisków 75 mm. Obowiązywały one zakłady wyrabiające amunicję w czasie wojny 1914—18. Według niego pocisk przed odejściem do aparatu do hartowania powinien pozostać kwadrans w przestrzeni pieca, gdzie temp. musi być jednostajną, i taką jednostajną temperaturę powinien pocisk przez to przebywanie osiągnąć.

Różnice lokalne powodują niejednostajność hartowania — wskutek czego powstają różnice w naprężeniach, co powoduje pęknięcia. „Pocisk wychodzący z pieca powinien mieć temp. 850° i przed zanurze-

niem go do wody pozostać 1 minutę na wolnem powietrzu aby temp. obniżyła się do 760°" — jest to druga reguła L. Chatelier'a dla pocisków 75 mm.

Jeżeli przy hartowaniu warunki miejscowe wymagają czasem nagrzania pocisków do temp. powyżej krytycznej, to jednak należy starać się, ażeby hartowanie w cieczy hartującej odbyło się do temp. najbardziej zbliżonej do temp. krytycznej. O ile wypadnie, że pomiędzy chwilą wyjścia pocisku z pieca a zanurzeniem go w płynie upłynął pewien czas, to należy jednak uważać, ażeby ten odstęp czasu nie ciągnął się zbyt długo, ażeby nie wywołać różnice w temp. poszczególnych części pocisków, co dałoby niepożądane wyniki pod względem twardości i pęknięć. Ten sposób postępowania przed hartowaniem był wymagany przez dawne przepisy francuskiej artylerji, które polecały nagrzewać pocisk do 825°, wyjąć z pieca i ochładzać na powietrzu do 740°, a potem zanurzać w cieczy chłodzącej. Prof. Le Chatelier w swych instrukcjach dla hut wyrabiających pociski w czasie wojny ponownie zwrócił na to uwagę.

E. Hartowanie właściwe.

Równomiernie ogrzany pocisk, w takim stanie niezmienionej równomierności ogrzania, musi być dostarczony do aparatu hartującego aż do chwili działania wytrysku wody. Należy przestrzegać, aby pocisk, w czasie przenoszenia go do aparatu do hartowania, nie znalazł się w kontakcie z materjałami mogącemi go częściowo ochłodzić. Jest rzeczą pożądaną, aby chwytanie nagrzanych pocisków przez hartowników mokremi kleszczami lub szczypcami było surowo wzbronione.

Stosowanie specjalnych płynów dla uniknięcia przy hartowaniu pęknięć, nie doprowadziło do wyników pomyślnych ([23]). Proces odpuszczania po hartowaniu pocisków jest rzeczą konieczną; wszystkie próby zastępczego ulepszania pocisków nie doprowadziły do dobrych wyników.

Przy temperaturze chłodzącego płynu poniżej 10° C ilość pęknięć i szczelin w czasie hartowania wzrasta, a przy temperaturze powyżej 30° C ilość braków również wzrasta; a więc jako najodpowiedniejszą temperaturę wody zaleca praktyka francuska 23 $\pm$ 3° C.

Znaczną rolę przy hartowaniu pocisków odgrywał aparat hartowniczy — jeżeli używa się aparatu ze zraszaniem, to wodę trzeba filtrować, czego nie wymaga aparat wytryskowy. Wyniki z tym ostatnim i różną temp. wody podaje niżej przytoczony przykład dla stali pociskowej z 0.45% C.

Liczba pocisków hartowanych = 250 sztuk.

	dobre	wątpliwe	wadliwe
Temperatura wody 25°	93%	4%	3%
„ „ 35°	82%	3%	15%

A więc temp. wody dla gatunków tych stali nie powinna przekraczać 30° C.

Aparaty do hartowania używane w zbrojowniach i większości wytwórni francuskich były typu Bourges, zraszały pocisk podobnie do działania prysznicu i w czasie wojny powodowały bardzo dużo komplikacyj przez swe wady, któremi były:

1) zła utylizacja płynu ochładzającego,
2) nieregularność hartowania otrzymana przez nakropienie,
3) bardzo częste zatkanie otworu spustowego,
4) złe umieszczenie rury zewnętrznej,
5) trudności reperacji, ponadto zużywanie bardzo dużej ilości wody; — to zmusiło do poszukiwania nowego typu aparatu, i ten nowy typ powstał w zakładach Chantiers de Penhoët, dzięki mozolnym pracom L. Guilleta i współpracy prof. H. Le Chatelier'a. Po przerobieniu 11 modeli przyjęto model Nr. 12 udoskonalony z wytryskowem działaniem wody.

Jest to aparat, który przy hartowaniu pocisków ze stali normalnej nie powoduje wcale pęknięć, a nawet przy mniej odpowiednim gatunku stali daje ilość ich nieznaczną. Pozatem daje jednorodną twardość na całej powierzchni pocisku, a przy stali, odchylającej się nieco od przepisanej, nie wykazuje wahań odcisku kulki powyżej pewnych określonych granic. Najkorzystniej wyzyskuje płyn chłodzący i posiada konstrukcję bardzo prostą, łatwą do reperacji i montowania, a koszty jego utrzymania są stosunkowo nieznaczne.

Czas potrzebny do hartowania pocisków zależy od ich kalibrów Pociski różnych kalibrów mogą być geometrycznie bardzo podobne, to znaczy, że grubość ścian i długość pocisków wzrastają w stosunku prostym do kalibru.

Według Portevina (7), jeżeli pociski hartowane w aparacie wytryskowym, w warunkach określonych według kalibru, wchodzą do aparatu z tą samą średnią temperaturą, to czas „t" musi rosnąć proporcjonalnie do kalibru. W tablicy poniżej zestawione są wyniki określenia czasu trwania zanurzania pocisku, otrzymane przez Portevin'a z aparatem wytryskowym.

Kaliber „D"	czas trwania zanurzenia lub działania cieczy	$\frac{D}{t}$
Pocisk 75 mm	10 sek.	7.5
„ 105 „	15 „	7
„ 120 „	15 „	8
„ 155 „	20 „	7.7
„ 220 „	25 „	8.8
„ 270 „	40 „	6.7
„ 280 „	40 „	7

W praktyce — mówi Portevin, ten stosunek $\frac{D}{t}$ zmienia się w szerokich granicach, a to z tego powodu, że pociski są hartowane w różnych warunkach. Wodę zaleca się używać miękką, a szczególnie dla stali o nieco miększej twardości.

Trzecia reguła prof. Le Chatelier'a, dotycząca czasu trwania pocisku pod działaniem wody, brzmi w sposób następujący:

„Pocisk powinien wychodzić z kąpieli hartowniczej, gdy jego temp. średnia osiągnie 100° C. W wypadku użycia aparatu hartowniczego ze znacznym rozchodem wody i dla normalnego składu stali (C = 0.40%, Mn = 0.50%), czas hartowania dający temperaturę ostateczną = 100° dla pocisków 75 mm jest 10 sek.".

Dla 105 mm granatów ten czas wynosił w praktyce 40—43 sek. przy temp. wody 25—29° C. O ile ciśnienie wody będzie mniejsze, to denko pocisku po wyjęciu może być jeszcze ciepławe.

F. Odpuszczenie.

Powszechnie panuje mniemanie, że liczba pęknięć podwyższa się z przedłużeniem odstępu czasu między hartowaniem a odpuszczaniem.

Dla sprawdzenia tego L. Guillet w zakładach Chantiers de Penhoët przeprowadził następujące próby:

250 pocisków natychmiast po hartowaniu przechodziło do pieca dla odpuszczania.

250 pocisków pozostawiono po hartowaniu w ciągu 24 godz. a potem odesłano do odpuszczania.

250 pocisków pozostawiono po hartowaniu w ciągu 4 dni.

Wszystkie te pociski były hartowane w aparacie udoskonalonej konstrukcji i po odpuszczaniu po tych różnych odstępach czasu wykazały twardość 35—38 (302—255 kg/mm²). Próby hydrauliczne dały wyniki zupełnie zbliżone, a więc omawiany badacz wyciąga wniosek,

że czas między hartowaniem a odpuszczaniem nie powinien wywierać dostrzegalnego wpływu.

Wiadomo jest, że nie tylko temperatura ogrzewania wpływa na własności stali, lecz także i czas trwania nagrzewania przy odpuszczaniu.

Mając na celu otrzymanie tworzywa o pewnej twardości, zawartej w ścisłych granicach, należy przeprowadzać odpuszczanie drogą szybkiego nagrzewania do określonej temperatury lub przez powolne ogrzewanie przez dłuższy czas w niższych temperaturach. Praktyka wykazała, że najodpowiedniejsze jest ogrzewanie powolne (stopniowe), dające najlepsze wyniki pod względem twardości i odporności na wzdęcia przy próbach hydraulicznych.

([2]) Francuska instrukcja zaleca powolne ogrzewanie w ciągu minimum 2 godz. przy 425—450°; przy korzystaniu zaś z aparatu wytryskowego, który pozwala otrzymać równomierną twardość na całej powierzchni pocisku — nagrzewanie w ciągu 1 godziny przy temperaturze 500—525° dawało zupełnie zadowalające wyniki.

Temperatury te odnoszą się do nagrzewania pocisków w piecach opalanych węglem. Niektóre huty francuskie rejonu paryskiego i ljońskiego przeprowadzały odpuszczanie w kąpieli cynowej w ciągu około 4 minut przy 520° C. Twardość była jednorodną, jednakże nie była lepszą od odpuszczonych w piecach płomiennych z jednogodzinnem ogrzewaniem przy 525° C. W praktyce utarte jest mniemanie, że lepiej ogrzewać dłużej w niższych temp. niż krótko w zbyt wysokich. Pocisk twardy da się łatwiej poprawić przez wtórne odpuszczanie, natomiast miękki pocisk potrzebuje powtórnego hartowania.

Doświadczenia wykazały, że jeżeli procent pocisków twardych jest wielki i przewyższa 5% — powinno się podnieść temperaturę nagrzewania w czasie odpuszczania o 25° C. Po odpuszczaniu można chłodzić pociski powolnie w piecu, lecz to ograniczyłoby wydajność pieców i podwyższyłoby koszty produkcji, a dlatego pociski zazwyczaj po wyjściu z pieca ochładza się na wolnem powietrzu albo w wodzie. Ochładzanie w wodzie ma przewagę nad chłodzeniem na powietrzu pod tym względem, że pozwala badać pociski odrazu pod prasą Brinell'a, niemal bezpośrednio po wyjściu pocisków z pieca, a więc daje ocenę prawidłowego działania pieca oraz jego wydajności.

Doświadczenia w zakładach francuskich pozwalają twierdzić, że szybkość chłodzenia po odpuszczeniu niema żadnego wpływu na twardość.

[2] Przeprowadzono próby na 4-ch serjach pocisków; każda serja miała 200 pocisków, w których:

I. serję — ochładzano bardzo wolno obok pieca,
II. „ „ wolno naładowane na wózki,
III. „ „ szybciej — umieszczono pociski na ziemi w małej odległości jeden od drugiego,
IV. „ przez zanurzanie w wodzie około 30°C.

Pociski I serji dały odciski 36—38 (285—255), pociski II i III serji nie miały różnicy w odciskach większej niż 1/10 dzmm, a IV serji pociski dały wyłącznie odciski między 35—37 (302—269). Przeprowadzone próby hydrauliczne na tych pociskach wyraźnie wykazały, że chłodzenie w wodzie nie podwyższa pęknięć. Prof. I. Feszczenko-Czopiwski poleca ten ostatni sposób, a jednak wymaga, ażeby kąpiel wodna była gorącą, t. zn., ażeby stygnięcie w temperaturach bliskich do zwyczajnych było jaknajpowolniejsze.

G. *Metody sprawdzania i oceny gotowych pocisków.*

Obrobione pociski podlegają ogólnej kontroli najpierw fabrycznej, a później rządowej, polegającej na sprawdzaniu wszystkich wymiarów zewnętrznych i wewnętrznych, położenia środka ciężkości, pojemności, twardości Brinella, a następnie pod prasą hydrauliczną pod pewnem ciśnieniem odmiennem dla każdego kalibru pocisków. Próby te mogą wykazać tak wady obróbki, jak i wady materjału.

[4] Portevin twierdzi, że próba hydrauliczna jest sposobem pośrednim stwierdzania, czy granica płynności ścianek pocisku nie jest zbyt niska.

Wyniki prób, jak wykazały doświadczenia, — zależą od metod badania i od typu stosowanych pras hydraulicznych, oraz sposobu umieszczenia pocisków. Stwierdzono, że pociski wyrobione z tej samej stali i wykonane w jednakowych warunkach obróbki termicznej, a próbowane na dwóch różnych prasach dawały wyniki na wzdęcia i rozdarcia, lub pęknięcia znacznie różniące się. Na jednej prasie pocisk wytrzymał próbę, a na drugiej podobny pocisk dawał odkształcenia.

Często spotyka się w literaturze technicznej [24], a nawet i w przepisach odbiorczych [2] wskazówki na dodatnie wyniki badań pocisków na dźwięk. Francuskie przepisy z dnia 17. V. 1915 r. wprowadziły jako obowiązujące te próby, określając to w następujący sposób:

„Dźwięk (wysokość tonu i czas trwania dźwięku) przez porównanie z dźwiękiem pocisku zdrowego, zawieszonego obok pocisku próbowanego, pozwala rozpoznać, czy badany pocisk jest dobry czy też nie. Wszystkie pociski, które nie dają czystego dźwięku należy odrzucać". We Francji, w czasie wojny próby te były przeprowadzone w różny sposób w każdej hucie. Próby dźwiękowe usuwały nie tylko pociski już popękane, a również i te, u których przy odbiorze wstępnym nie spostrzeżono żadnych pęknięć. W większości wypadków próby były dzielone na trzy grupy:

a) Pociski dające dźwięk bardzo krótki,
b) Pociski dające dźwięk stosunkowo krótki,
c) Pociski dające dźwięk długotrwały; te ostatnie pociski były przyjmowane przez odbiorców rządowych bez żadnych zastrzeżeń.

Robin ([25]) wykazał, że hartowanie zmniejsza znacznie czas trwania dźwięku, lecz odpuszczenie przedłuża go. Badania Robin'a były przeprowadzone z próbkami ∅ 15 mm, 200 mm długości, ze stali zbliżonej do pociskowej, mianowicie C = 0.40% i dały wyniki następujące:

Temperatura odpuszczania	Czas trwania dźwięku w sek.
100°C	3
200°C	4
300°C	5.3
500°C	6.5

Dźwięk jest tem silniejszy i tem dłużej trwa, im stal zawiera więcej węgla. Stal o składzie eutektoidalnym wykazywała:

Przy temperaturze odpuszczania	Czas trwania dźwięku w sek.
300°C	13
500°C	19

Robin przytacza kilka spostrzeżeń o roli pęknięć w łączności z dźwiękiem stali. Uważa on, że gdy są obecne pęknięcia podłużne niewidzialne okiem, to nie mają one wpływu na dźwięk nawet wtedy, gdy powierzchnia, którą te pęknięcia zajmują, wynosiła około 1/4 przekroju. Stąd Robin wnioskuje, że pęknięcia podłużne nie tamują dźwięku, lecz zmniejszają jego czas trwania. Należy przy tem zauważyć, że Robin przeprowadzał badania na próbkach niewydrążonych, z czego czynią mu zarzuty.

Prace angielskiego metalurga Mac Cance popierają częściowo doświadczenia Robina. M. Cacne ([26]) twierdzi, że hartowanie wyraźnie

wywiera wpływ na dźwięczność stali, i stal z 0.69% C hartowana o 5° poniżej faktycznej temperatury hartowania (t-ry minimum) wykazała czas trwania dźwięku 40.5 sekund.

Guillet [2] przeprowadził podobne badania na pociskach i stwierdził, że trwałość dźwięku spadła do 6,7 sek, gdy pocisk był hartowany przy normalnej temperaturze i nie podwyższała się z temperaturą hartowania. Widocznie pociski, hartujące się w normalnych temperaturach hartowania, mają rezonans znacznie słabszej trwałości; odpuszczanie podwyższa trwałość dźwięku w pewnym stosunku, a mianowicie, jak to wykazały doświadczenia Guillet'a:

	Czas trwania dźwięku w sek.	Wahanie
Pocisk hartowany przy B = 415 kg/mm²	3	± 0 sek.
„ odpuszcz. do B = 341	4	± 1.0 „
„ „ „ B = 302	5.5	± 0,5 „
„ „ „ B = 288	6.5	± 0.5 „
„ „ „ B = 229	8	± 1.0 „

„Badaliśmy" — mówi Guillet — „pociski mające poprawny dźwięk i po starannem zbadaniu wszystkiemi normalnie stosowanemi środkami — znaleziono kilka znacznych pęknięć wewnątrz pocisków. Pociski zaś nieprzyjęte z braku czystości dźwięku były porozbijane i badane z wielką starannością, a poszukiwania nie odkryły żadnych pęknięć". Wnioskuje zatem ten badacz, że próba na dźwięk jest funkcją bardzo znacznej ilości czynników, pomiędzy któremi trzeba uwzględnić ciała obce — zanieczyszczenia (tlen, wodę, olej i t. d.) zawarte w pocisku.

Robin w swych badaniach zwraca uwagę wpływu wilgotności na dźwięczność; on też odkrył zjawisko bardzo ciekawe: stłumienie zupełne dźwięczności (l'aphonie — bezwdzięczność) żelaza około 100° C. Podkreśla, że stłumienie dźwięczności zupełnie nie istnieje dla stali wyżarzonych podeutektoidalnych między 100—140°. Trwałość dźwięku ubywa bardzo szybko w stalach wyżarzonych, począwszy od temperatur okalających. Próbki wykonał ze stali 0.4% C hartowanej, odpuszczonej przy 500° C i wykazał zjawisko analogiczne do obniżenia trwałości czasu dźwięku z 7 na 4 sek., kiedy temperatura przechodziła od 20 do 100° C.

Zachodzi więc pytanie, czy warunki operacji pod względem temperatury nie mają wpływu na wyniki tej klasyfikacji? W każdym razie niezbędne jest dokładne oznaczenie wniosków prób na dźwięk.

Guillet ostatecznie na mocy doświadczeń praktycznych poleca następujący porządek prób gotowych pocisków, dla wykrycia pęknięć i rys hartowniczych:

1) Próby hydrauliczne.

2) Próby na dźwięk tych pocisków, które zadość uczyniły próbom hydraulicznym.

3) Próby przez kolejne ogrzewanie w wodzie gotującej i ochładzanie w wodzie zimnej (powiększają istniejące pęknięcia).

4) Ponowne próby hydrauliczne. — Dobre pociski powinny się przeciwstawić wszystkim próbom i nie wykazać żadnych usterek.

Pewne wytwórnie w celu wyjawienia pęknięć używają zabiegów następujących: pocisk obrobiony na tokarce zrasza się olejem i uderza się młotkiem, jeżeli spostrzega się, że olej wychodzi z pęknięć, co uwidocznia się przez zarys czarnych linij wyraźnie rzucających się w oczy — wnioskuje się, że pęknięcia są dość głębokie. Niekiedy bieli się przed uderzeniem młotka powierzchnię zewnętrzną wapnem, aby obserwować plamy oleju.

Poniżej podaję kilka uwag, odnoszących się do prób strzelania pociskami stalowemi, na podstawie praktyki francuskiej z czasów ostatniej wojny światowej.

Przepisy artylerji francuskiej wymagają następujących grubości ścianek oraz siły złamania tych ścianek w czasie prób hydraulicznych dla różnych kalibrów:

75	mm	wzór	1915	grub. śc.	8	mm	— 58	kg/mm^2
105	„	„	1914	„	14	„	50	„
120	„	„	„	„	9	„	55	„
155	„	„	„	„	10	„	54	„
155	„	„	1915	„	14	„	44	„
220	„	„	1909	„	13	„	46	„
270	„	„	1901	„	16.5	„	50	„
280	„	„	1914	„	14.5	„	40	„
370	„	„	„	„	16	„	49.5	„
400	„	„	„	„	20.5	„	49.5	„
520	„	„	1918	„	38.5	„	44	„

Przenikliwość hartowania według Partevin'a, przy uwzględnieniu wpływu chłodzenia działającego na obydwie powierzchnie pocisku (zewnętrzną i wewnętrzną), może dosięgnąć conajwyżej głębokości 15 mm od powierzchni ku środkowi.

W wypadku poprawnego hartowania — przenikliwości hartowania przy pociskach kalibru 75 mm i 120 mm nie bierze się pod uwagę z powodu małej grubości ich ścianek, albowiem tu hartowanie jest nawskróś.

Dla pocisków 155 mm wzoru 1914 powierzchnia hartowania może zawieść co do jej przenikliwości, i tego czynnika nie można zaniebywać przy fabrykacji.

U pocisków małego i średniego kalibru poprawnie hartowanych, po próbie hydraulicznej nie powinno być wzdęć, o ile odciski kulki na powierzchni zewnętrznej są $<$ 3,8 dzmm.

W pociskach stalowych termicznie ulepszonych, t. zn. hartowanych i odpuszczanych, spółczynnik bezpieczeństwa jest wiele wyższy niż w pociskach z żeliwa stalowego, dla którego $R = 25$ kg/mm^2, — a dla stalowych średnio $R = 85$ kg/mm^2.

Ze stanowiska obróbki termicznej, próba na strzelanie nie dostarcza wcale jakichkolwiek korzystnych wskazówek, ponieważ w czasie strzelania działają czynniki zupełnie inne.

Na zakończenie tego rodzaju podaję przykłady termicznego ulepszania pocisków z praktyki francuskiej i rosyjskiej.

Ch. Dantin ([27]) opisuje fabrykację pocisków stalowych wydłużonych kalibru 155 mm w zakładach Arbel i kuźni Conzon koło Rive-de Gier (Loire) i wskazuje, że w tych zakładach poświęcono szczególną uwagę termicznej obróbce, dzięki której zmniejszyła się liczba pęknięć pocisków przy hartowaniu do minimum.

Dla otrzymania wysokich własności wyrobów i pewności przyjęcia przez komisję odbiorczą wprowadzono następujące zabiegi:

1) Poddawano skorupy pocisków „butelkowane" zupełnemu wyżarzaniu przy 900^0 w ciągu 1 godziny.

2) Ładowano do pieca hartowniczego skorupy nie oziębione po wyżarzaniu, lecz mające jeszcze temp. około 400^0 C, co przyczyniało się do oszczędzania opału w piecach hartowniczych.

3) Hartowanie uskuteczniono w aparacie zraszającym przy temperaturze 820^0 C i trwaniu 50 sek. z konsumcją wody 800 litrów.

4) Stale były pochodzenia amerykańskiego o 0.4% C, i $R = 52$ — 62 kg/mm^2.

5) Badania hydrauliczne pod ciśnieniem 750 kg/cm^2 wykazały zaledwie 0.03% braków, a procent nie przyjętych pocisków był bardzo mały, albowiem na 200.000 sztuk odrzucono 12 pocisków.

Francuski obserwator przypisuje te dobre wyniki ładowaniu do pieca przed hartowaniem jeszcze ciepłych pocisków (400°).

Rosyjskie wytwórnie amunicji w czasie wojny produkowały szrapnele 75 mm i 152 mm (6") skorupy granatów minowych, oraz 48''' granaty i pociski większych wymiarów ze stali węglistej półtwardej o zawartości 0,30 — 0,55% C.

Skorupy te wytłaczano zwykle prasą z bloczków o odpowiednich wymiarach. Po wytłaczaniu hartowano pociski w wodzie przy temp. 800—850° C. — Nagrzewanie odbywało się w piecach płomiennych konstrukcji prof. Grum-Grzymajły przy załadowaniu około setki pocisków w każdy piec. Hartowanie odbywało się albo zupełnem zanurzeniem całego pocisku w wodzie, lub tylko zewnętrzną częścią w ten sposób, że woda do wnętrza nie dostawała się. Po hartowaniu pociski podlegały odpuszczaniu w piecach tegoż systemu przy temp. 550—650° C. Po odpuszczaniu pociski zawsze były badane na twardość kulką Brinella 10 mm ∅ i $P = 3000$ kg. Normalnie zahartowane skorupy powinny były dawać średnicę odcisku kulki w granicach 2.4—2.9 (654—444); (francuskie w stanie hartowanym 33—34 (341—320). Wartości mniejsze od 2.4 świadczą o nadmiernej twardości; liczby większe od 2.9 wskazują na nadmierną miękkość — tak brzmi rosyjskie określenie twardości.

Normalnie odpuszczane skorupy powinny dawać ∅ odcisku w granicach 3.5—4.0 dzmm.

Termicznie obrobione pociski powinny być nie tylko twarde, lecz i sprężyste. Ważnem bowiem jest, aby pocisk przed eksplozją nie uległ znacznym deformacjom.

([21]) Główny Zarząd Artyleryjski b. wojska rosyjskiego, wymagał od rodzaju pocisków wyżej wymienionych (3", 6" — szrapnele i 3" — granaty) specjalnych badań na własności wytrzymałościowe (pomimo obowiązujących prób strzelania na celność).

Próbki do badania własności wytrzymałościowych wycinało się ze ścianek pocisków równoległe do osi, bezpośrednio wyżej pierścienia wiodącego, a mianowicie: z pocisków 3" — wycinano próbki płaskie o wymiarach 19 x 3,8 mm (0,75" x 0,15") zaś z 6" i 48''' okrągłe o ∅ 12.75 mm = 0.5".

a) Granaty 3" minowe powinny były wykazać:
R nie mniej niż 82.7 kg/mm² (8000 atm.).
Wydłużenie niemniej niż $A = 10\%$ przy długości 2" (= 50,4 mm).

b) Granaty 3" i 6":
Wytrzymałość nie mniej niż 82.7 kg/mm², Q = 46.5 kg/mm² (= 50.4 mm).
Wydłużenie nie mniej niż 8% przy długości pomiarowej 2" (= 50.4 mm).

c) 48''' granaty minowe:
Q nie mniej niż 41.4 kg/mm² (4000 atm.) i A nie mniej 14% przy długości pomiarowej 3" (= 76.2 mm).

d) Natomiast stal używana na 3" wydłużone granaty w/g francuskiego modelu powinna dać:
w stanie wyżarzonym R = 52 — 64 kg/mm², A nie mniej 18%;
po hartowaniu przy 850° i odpuszczaniu przy 525° C:
R = 75 — 100 kg/mm² i nie mniej niż 9% wydłużenia przy próbce pomiarowej l = 100 i ∅ 10 mm.

Pociski większego kalibru 8" — 14" (203.2 — 355.6 mm) wyrabiają zwykle ze specjalnej stali Ni — Cr, lecz niekiedy pociski większych kalibrów (12") wyrabia się ze zwykłej stali węglistej (C = 0.4— — 0.5%). Pocisków większych wymiarów nie wytłacza się, lecz odkuwa się pod młotami, a następnie odsyła się do obtoczenia i termicznej obróbki. Hartowanie odbywa się w podobnych warunkach, jak hartowanie szrapneli (w wodzie).

Oryginalny sposób odpuszczania pocisków wielkich wymiarów polega na tem, że pocisk przy nagrzewaniu w czasie odpuszczania przez cały czas jest zanurzony głowicą w wodzie. Nagrzewanie przeprowadza się w takich warunkach, by temperatura odpuszczania w środku pocisku wynosiła 600° C. Ku otworowi zapalnikowemu temp. stopniowo spada, ku górze (do dna) stopniowo zwiększa się. Przy takich warunkach pocisk, poczynając od otworu zapalnikowego, stopniowo obniża swoją twardość.

LITERATURA.

1. Dr. Schulz i inż. Goebel — Stahl und Eisen 1918, str. 1154-57.
2. L. Guillet Mémoire sur le traitement thermique des obus (application de la méthode Taylor), Paris 1916.
3. Stahl und Eisen 1915, str. 170/71.
4. A. Portevin — Mémorial de l'artillerie française 1927, T. VI Kw. I, str. 167-175.

5. American Machinist — 1915, 22/V — 889/93, 3/VI — 945/52, 10/VI — 978/80, 1/VII — 1/6, 8/VII — 45/48, 17/VII — 102/4 oraz Stahl und Eisen 1915, str 1050-55.
6. Stahl und Eisen 1919, str. 725.
7. A. Portevin — Mémorial de l'artillerie française 1927. T. VI Kw. I, str. 103-165.
8. Stahl i Eisen 1917, str. 1188/89.
9. Przegląd Artyleryjski 1930. Nr. 3 T. X, str. 274/5 (recenzje).
10. A. Portevin — Comptes Rendus 1923. T. 176 str. 897 i Revue de Métallurgie 1923, Mémoires 521-29.
11. Justrow. Artilleristische Rundschau 1928, Heft 5, str. 270-275, 1929, Heft 5, str. 337-349.
12. C. Reboul „Mobilizacja przemysłu" — Bibljoteka „Przeglądu Artyleryjskiego" 1930, Nr. 6., T. I.
13. H. Mayer — Stahl und Eisen 1914, str. 1395.
14. P. Schafmeister i R. Zoja. Archiv f. d. Eisenhüttenwesen 1928. I. 505.
15. Larsen — The Iron and Coal Trades Review 1930, str. 335 oraz Hutnik 1930, zeszyt Nr. 7, str. 472.
16. Stead — Journ. Iron and Steel Instit. 1915 XII str. 140 oraz Mietałłurg (Leningrad) 1928, Nr. 3, str. 430-35.
17. Whiteley — Jour. Iron and Steel Instit. 1920. I str. 259 oraz Mietałłurg (Leningrad) 1928, Nr. 3, str. 425.
18. R. Caillol — Mémorial de l'artillerie française 1927, T. VI str. 54.
19. Dr. inż. I. Feszczenko-Czopiwski „Metaloznawstwo I" Warszawa, 1930, str. 283.
20. Archiv f. d. Eisenhüttenwesen, 1929, VIII, 139-147.
21. A. Ł. Baboszin „Tiermiczeskaja obrabotka obyknowiennych i specjalnych sortow stali" Moskwa, 1926, str. 48.
22. Howe — Przegląd Techniczny 1927, str. 464/5.
23. Caron — Comptes Rendus LXXVII, str, 836.
24. Mechanik 1929, Nr. 11, str. 328.
25. Robin — Revue de Métallurgie 1912, Mémoires 441.
26. Mac Cance — Revue de Métallurgie 1915, Mémoires 531.
27. Ch. Dantin — Génie Civil 1919, Nr. 3, 18/I str. 41-45.

Inż. BINDER LEON.

TECHNICZNE I GOSPODARCZE UZASADNIENIE ZAMIANY PRZEDMIOTÓW STALOWYCH I ŻELAZNO-KUTYCH NA KUTO-LANE.

(ciąg dalszy).

D. Piece do żarzenie kuto-lanych odlewów.

W sprawie żarzenia kuto-lanych odlewów musimy przedewszystkiem zaznaczyć, iż panowała i jeszcze panuje tu wielka niedbałość i nieumiejętność, lub poprostu niewiedza techniczna tego, co można ulepszyć w cieplnej gospodarce tego działu.

Jeszcze niedawno tracono na żarzenie kuto-lanych odlewów 250% paliwa w stosunku do ciężaru żarzonego metalu; obecnie wystarcza 50%, czyli mamy 200% ekonomji, co stanowi dla Niemiec przy 70.000 t kuto-lanego odlewu rocznie stratę lub oszczędność, 2.500.000 złotych. Jeżeli przyjmiemy pod uwagę, że suszarnie w odlewniach, piece hartownicze i inne grzewcze tracą nieprodukcyjnie jeszcze więcej paliwa, to otrzymamy dziesiątki miljonów rocznie wrzuconych poprostu w błoto.

Zanim przejdziemy do samych pieców, zobaczymy, jak wielkie znaczenie ma ekonomja na samych tylko garnkach (skrzyniach) żarzenia. Na rys. 34 (str. 30), widzimy stary i nowy typ garnczka żarzenia, różniące się między sobą nietylko grubością ścianek, lecz i jakością materjału. Pierwsze wytrzymywały do 15 szarż żarzenia, drugie zaś (24% Cr) ponad 100 szarż (firma Mejer u. Weichelt, Leipzig).

Tabela Nr. 13.

1 stal. garn. żarz. wagi 500 kg. zawiera .	350 kg. k. l.
w 15 żarzeń wyżarzy się	5.250 „ „
na 1 t. kuto-lanego odlewu wypada . .	95 „ garn.
przy cenie 44 zł./100 kg. garn. daje . .	42 zł./t odlew.
1 garn. Alferon'a wagi 425 kg. zawiera .	380 kg. k. l.
w 150 żarzeń wyżarzy się	57.000 „ „ odl.
na 1 t. kuto-lanego odlewu wypada . .	7.45 kg. garn.
przy cenie 260 zł./100 kg. garn. daje . .	19 zł./t. odlew.

Jak widzimy z tabeli Nr. 13 garnczki te dają ekonomji 23 zł. na 1 t kuto-lanego odlewu i są z ogniotrwałego, nieutleniającego się metalu NCT3, mając wagę pięciokrotnie mniejszą od starej. Odpada przytem czyszczenie pieców żarzenia od zendry (zgorzyn), szybciej można ładować wyzyskując lepiej pierwotnie ogrzany piec; nie zanieczyszczają się odlotowe kanały pieca przez zgorzyny, a więc jest większa równomierność ogrzania (żarzenia). Garnczki te mają dodatek niklu i chromu. Pierwotne garnczki wytrzymywały 500 godzin żarzenia, obecnie zaś — 3000 godzin. Co się tyczy wyżarzających środków, to zależą one od wyżarzonego objektu: żarzenie do miękkości szarego odlewu i z czarnym rdzeniem wymaga możliwie neutralnego środka,koksiku z najmniejszą zawartością siarki, która utwardnia powierzchnię wyżarzonych przedmiotów, zatrzymując rozpad Fe_3C.

Piasek kwarcowy działa zlekka utleniająco, co przy żarzeniu na szaro-kuto-lany odlew niema znaczenia, lecz nie jest do życzenia przy żarzeniu na kuto-lany odlew z czarnym rdzeniem, gdyż w ostatnim wypadku odwęgla się trochę powierzchnia, co samo przez się nie miałoby znaczenia, gdyby nie sprowadzało braku węgla żarzenia na powierzchni przy studzeniu, — a to ma skutkiem zjawienie się na powierzchni trudno obrabianego perlitu, zmniejszającego ciągliwość metalu.

Dla całkowicie naturalnego żarzenia stosuje się najlepiej wiórki szarego żeliwa, które wypełniają dobrze przestrzeń między garnczakami, lepiej doprowadzają ciepło w porównaniu z dawniej stosowaną ziemią formierską, szlaką lub używaną rudą. *Dobre* uszczelnienie garnczków uprzedza powstawanie „białego obrzeża" przy kuto-lanym

odlewie z czarnym rdzeniem. Powyższym sposobem otrzymamy odlew, którego struktura od powierzchni do środka będzie jednolita przy *dowolnej* grubości ścianek.

Przy odwęglaniu białego kuto-lanego odlewu stosuje się mięszaninę użytego i nowego czerwonego żelaziaka, który ma być wolny od siarki, wapna i zgorzyny (zendra). Wapno w rudzie daje uciążliwy dla pracowników pył, który usuwa się zapomocą specjalnych bębnów z sitami, odsiewających rudy do 3 m^3/ g, wymagając 200 m^2 powierzchni.

Przechodząc do pieców żarzenia, musimy zacząć od ich izolacji dla uniknięcia strat przez promieniowanie — szczególniej przez sklepienie, gdzie można zaoszczędzić 12% paliwa, co daje 12 wagonów rocznie przy 1200 t kuto-lanego odlewu.

Tabela Nr. 14.
Koszty urządzenia młyna pyło-węglowego.

Wydajn. — kg/g. „ t/rok	800 3.500		1.600 7.000		4.000 17.600	
	bez suszenia zł.	z suszeniem zł.	bez suszenia zł.	z suszeniem zł.	bez suszenia zł.	z suszeniem zł.
Koszty instal. . .	62.000	73.000	14.000	95.000	134.000	152.000
„ budynk. . .	30.000	30.000	30.000	30.000	50.000	50.000
20% proc. kap. i amort. urządzenia .	12.400	14.600	16.800	14.000	26.800	30.400
12% proc. amortyz. budyn.	3.600	3.600	3.600	3.600	6.000	6.000
Energja 30 kw.g/t po 10 gr. . . .	10.500	10.500	21.000	21.000	52.800	52.800
Obsługa z ludzi . .	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000
Koszty ogólne . .	3.100	3.750	4.200	4.750	6.700	7.600
Koszty przemiału rocznie	41.600	44.350	57.600	60.350	104.250	108.800
Koszty przemiału na 1 t pyłu	12	12,70	82,4	8,60	5,92	6,20
Odpadki węgla w cechu . . .	22,60	22,60	22.60	22,60	22,60	22,60
Gotowy pył (bez frachtu węgla)	34,60	35,30	30,84	31,20	27,52	28,80

Francuskie badania wykazały, że wogóle izolacja pieców i kotłów parowych daje 25% zmniejszenia strat przez promieniowanie.

Trzeba unikać za dużej przestrzeni (50 cm) ponad garnczkami żarzenia, gdyż to daje dużą różnicę (do 100°) temperatur góry i dołu pieca.

Dla niuknięcia spalania garnczków, zaleca się *mały* nadmiar powietrza spalania, co najlepiej udaje się przy pyłowęglowych piecach, wymagających 4—6 atm. ciśnienia powietrza przy rozchodzie jego 10—15 m^3 na 1 t pyłu. Zawsze opłaca się mieć swój młyn do mielenia węgla (tab. 14) z 7000 dużych ciepłostek ciepłodajności, 8—10% popiołu i 2—3% wilgoci. Używają i gorszych węgli oraz innych paliw (tab. 15).

Tabela Nr. 15.

Koszty różnych paliw.

	Ciepłodaj. kaloryj.	Cena w zł.	1.000.000 kal. kosztuje zł.
1 t węgla kamn.	7.500.000	56/t	7,46
1 t pyłu węglow.	7.000.000	46/t	6,60
1 t wegla brunat.	4.500.000	30/t	6,66
1 m^3 gazu . . .	4.000	0,08/m^3	20.00
1 t ropy . . .	10.500.000	240/t	22.86
1 kw. g. rozwija	860	0,06/kw. g.	69,80

Żarzenie w rusztowych piecach wymagało rozchodu węgla 100 — 200% od wsadu. Piec pyłowęglowy używa 60—65%, ostatnie zaś piece tunelowe 25—16%.

Biały kuto-lany odlew wymagał na tonnę 200 zł. (na żarzenie).

Szary kuto-lany odlew wymagał na tonnę 100 zł. (na żarzenie).

Szary kuto-lany odlew przyśpieszony na tonnę 40 zł. (na żarzenie). czyli, że obecnie można otrzymać do 160 zł. ekonomji na 1 tonnie żarzonego kuto-lanego odlewu.

Elektryczne żarzenie jest idealne, wymając 1000 k.w./g na 1 t odlewu przy 1,33 t dziennie, lecz opłaca się tylko przy cenie 4 gr. za kw. prądu.

Tabela Nr. 16.
Bilans ciepła komorowego pieca dla 5 t odlewu i 120% rozchodu paliwa.

	w kalor.	% całk. ilości
1) Nagrzanie odlewu kuto-lan.	815.000	2
2) „ garnczków . .	815.000	2
3) „ rudy	1.782.000	4
4) „ ścian	3.975.000	9
5) W spalinach	16.200.000	36 } 44
„ (niesp. gazy) .	3.420.000	8 }
6) Promieniowanie i w popiele	17.993.000	39
Razem	45.000.000	100%

Tab. Nr. 16 wykazuje, iż bilans starych komorowych pieców jest ogromnie ujemny, mając zupełnie nikły współczynnik użyteczności (2%). Przeto zwrócono się do grzania powietrza spalania przez spaliny odlotowe (do 200 — 300°); zaczęto dawać należyty kierunek gazom, dając stosowne przegródki. Wreszcie tunelowy piec daje najlepszą ilościową i jakościową gwarancję. Gazowe tunelowe piece mają specjalne palniki wysokiego i niskiego ciśnienia.

E. Koszty wytwórcze kuto-lanego odlewu.

Ostatniemi czasy z kopulakiem konkuruje z powodzeniem piec Brackelsberga, który grzeje się pyłem węglowym, wytapiając żeliwo i stal o bardzo wysokiej wytrzymałości i jakości — ze znacznem obniżeniem kosztów własnych.

W piecu tym, który się obraca, wdmuchuje się pod wysokiem ciśnieniem pył węglowy, wskutek czego cały prawie szkodliwie działający popiół pyłu węglowego zbiera się w końcu pieca w specjalnej komorze, pod postacią drobnego piasku.

Sam piec przedstawia cylindryczny bęben poziomo na rolkach spoczywający, w żelaznym płaszczu, wyprawiony kwarcytem (95% SiO_2), o pojemności 5—10 tonn żeliwa. Użyteczna długość jego wynosi 4 m (5 tonn), średnica w świetle 1,0 m. Palnik pyłowęglowy znajduje się w środku czołowej ściany; naprzeciwko zaś, w środku dru-

giej czołowej ściany — odlot spalin. Na boku znajduje się spustowy otwór z rynną, z którego może wypłynąć metal przy przechyleniu pieca. Piec ładuje się ręcznie przez drzwiczki na stronie spalinowej, przyczem w nowszej konstrukcji można postawić go prostopadle.

Na minutę robi piec 1 obrót: 3 obroty w jedną, a następnie 3 obroty w drugą stronę, daje to „bezpośrednie" grzanie metalu przez rozpalone ścianki pieca — nie zaś przez „kolący" płomień palnych gazów; zdołu a nie zgóry, co konserwuje ścianki, równomiernie je grzeje i nie nasyca gazami kąpieli. Piec taki wytrzymuje w Niemczech (Maschinenfabrik Eislingen) już do 300 topów! A jest nadzieja, że przy sposobie proponowanym przez nas ilość ta topów jeszcze się powiększy.

Przytaczam dla porównania dane z biegu pieca ropowego, który wytrzymuje 80 — 100 topów.

Obroty pieca Brackelsberga wywołują dobre mieszanie się wsadu i odgazowanie kąpieli metalu.

Doprowadzająca pył węglowy śruba urządzona jest tak, że pył nie wymaga suszenia: można go stosować z wilgotnością do 10%. Popioły w pyle może być do 14%, więc węgiel można używać tanich gatunków i mleć go w swoich własnych młynach, co się bardzo opłaca, jak to się okaże niżej.

Zużycie węgla i to złego, wynosi tylko 14—18% wsadu dla topienia na kuto-lany odlew i przegrzew do 1500°.

Wsad o 5 t w zimnym piecu topi się 3½ godziny, przy gorącym piecu — 3 godz., przyczem surówka rozumie się małowęglista: 2,6 — 2,8% C, lecz tak silnie może być przegrzana, że nadaje się do odlewu najcenniejszych objektów.

Podaję następujący zgar tego pieca:

	% C	% Si	% Mn	% P	% S
wsad:	3,38;	1,12;	0,13;	0,064;	0,068
odlew:	3,27;	0,87;	0,11;	0,060;	0,067

co daje całkowity zgar tylko 0,62% i ożużlowanie 0,15% żelaza.

Sprawność tego postępowania zwiększa się dalej przez obojętną jego atmosferę: mało w metalu tlenków i gazów, co daje ścisłe i wytrzymałe odlewy — 38 kg/mm² na rozerwanie i 18% wydłużenia przy wsadzie 15% taniego kutego żelaza, złomu, 50% swoich lejów.

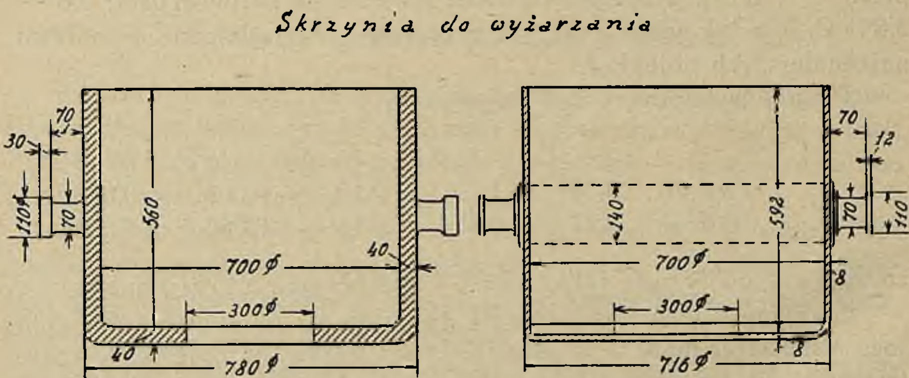
Przy całkowicie żeliwnym naboju otrzymuje się czysty odlew o składzie: C = 2,4 — 2,6%; Si = 0,5%; Mn = 0,2%; P = 0,4%; S = 0,02 — — 0,04%.

Tabela Nr. 17.
Porównanie kopulaka z piecem Brackelsberga.

	Kopulak	Brakelsberg
Koszty urządzenia dla wydajności 3750 t wsadu rocznie	50.000 zł.	40 000 zł.
Upał druzgu	5%	1%
Dobry kuto-lany odlew . . .	42%	50%
Temperatura odlewu	1450°	1500°
Płynne żelazo zawiera: . . .	gazy, tlenki, siarkę, C jest trudny do ustalenia	mało gazów i tlenków, siarki, C łatwo ustalić
R	40 kg/mm²	43 kg/mm²
Wydłużenie	5%	20%

Tabela Nr. 17 daje porównawcze koszty przetopu w kopulaku i piecu Brackelsberga. Nawet przy podwójnie wysokiej cenie pyłu węglowego, niż przytoczona, jeszcze koszty przetopu będą znacznie niższe od kopulakowych.

Wydajność tu przyjęto po 5 tonn 3 topy dziennie, co czyni: 3750 t rocznie wsadu i = 1875 t *dobrego* kuto-lanego odlewu.



Rys. 34.

Własności metalu są znacznie lepsze niż z kopulaka dla odlewu kuto-lanego i dla wysokowartościowego, przy ogrzaniu zaś powietrza spalania — można tu otrzymać odlewy stalowe, co się i robi, gdyż

temperatura płomienia pyłowęglowego wynosi 2000° C, co daje wszelkie możliwości przegrzania stalowego odlewu cienkościennego.

Żeliwo wysokowartościowe łatwe tu jest do otrzymania z wytrzymałością na rozerwanie = 30 kg/mm² i wyżej.

Spaliny mają 1600° C, więc podgrzew powietrza do 700° jest zabezpieczony, co daje możliwość wytapiania miękkiej stali.

WNIOSKI.

Z powyższych rozważań wynika:

1) iż koszty wytwórcze odlewów kuto-lanych są znacznie niższe od kosztów odlewów stalowych i żelaznych (o 30—50%);
2) iż jakość mechaniczna kuto-lanych odlewów konkuruje z wyrobami ze stali, gdyż wytrzymałość na rozerwanie kuto-lanego żeliwa można łatwo utrzymać w granicach 50—90 kg/mm² i więcej przy wydłużeniu od 2 do 27%;
3) że powyższe mechaniczne własności kuto-lanych odlewów łatwe są do regulowania na zasadzie ścisłych naukowych danych metalografji żeliwa (układu żelazo-węgiel), lecz wymagają dużej kontroli jak przygotowawczej przed kopulakiem (ścisłe gatunkowanie szmelcu, chemiczny skład odlewu, jakość rudy do wyżarzania — bez wapna! — odpowiednia długość pieców do wyżarzania i t. p.), tak i cechowej;
4) że przeto technicznie i gospodarczo możliwe jest zamieniać i stosować tanie kuto-lane części w parowozach, wagonach, *broni*, maszynach i t. p. zamiast drogich stalowych i kutych żelaznych, co przyniesie państwowej i narodowej gospodarce wiele miljonów rocznie oszczędności.

LITERATURA.

1) Rudolf Stotz: Neuzeitliches Glühen von Grau und Temperguss.
2) Rudolf Stotz: Betriebsergebnisse und Anwendungsgebiete der neuzeitlich vergestellten verschiedenen Tempergussarten.
3) Paul Vidor: Der Tempreguss.
4) N. Hekker: Teorie des Tempergusses.
5) E. Piwowarski: Ueber hochwartigen Temperguss.

6) Iron and Steel Institute r. 1910.
7) Foundry, 1922, str. 679.
8) Revue de Métallurgie, 1913, str. 927.
9) Roczniki "Izwiestja Russkawo Mietałłurgiczeskawo Obszczestwa" za lata 1905 — 1915.
10) L. Binder: Zależność mechanicznych własności stali i żelaza od stopnia ich wyżarzenia i hartowania.
11) L. Binder: Badania żelaza Zakładów Ostrowieckich.
12) L. Binder: Specjalne stale dla broni Iżewskawo Zawoda.
13) L. Binder: Warunki postępu w odlewach utwardzonych.
14) Revue de la Fondrie Moderne, rok 1920 — 1932.
15) H. Klüser: Fleckenbildung auf Temperguss.

Ppłk w st. sp. inż. WOJNICZ-SIANOŻĘCKI Z.

WYKRYWANIE GAZÓW BOJOWYCH ROZPOZNAWANIE ICH NATURY ZAPOMOCĄ ANALIZY CHEMICZNEJ.

I. Uwagi ogólne.

Wykrycie gazów bojowych nieznanej natury w polu może być zrozumiane trojako:

1) jako spostrzeżenie zapomocą tych czy innych przyrządów, czy też odczynników, samego faktu ich obecności w powietrzu czy na ziemi;

2) jako stwierdzenie istnienia lub nieistnienia w mieszaninie użytej przez nieprzyjaciela niektórych osobliwie nas interesujących składników;

3) jako kompletne zbadanie jakościowe i ilościowe całości zastosowanych przez niego środków.

Technika badania mieszanin nieznanych ciał stanowi normalną metodę chemji analitycznej i mimo niezwykłych nieraz trudności, które najczęściej wypada pokonywać, osiągnęła dość wysoki stopień rozwoju. Gdy chodzi o mieszaninę produktów organicznych (a takiemi są w przeważającej ilości wypadków środki broni chemicznej), to pierwszym etapem omawianej techniki jest umiejętność rozdzielania mieszanin na pojedyncze części składowe i następnie analiza każdej z nich ozosobna. Znaczniejsze trudności w wykonaniu tej części zadania powstają zazwyczaj dopiero wówczas, gdy którakolwiek z ważnych (a nie przypadkowych) części składowych mieszaniny zawarta w niej jest w znikomo małej ilości i tem samem nie daje możności

wyciągnięcia z badanego wzorca takiej jej masy, którąby była dostateczną do wykonywania często b. trudnej i skomplikowanej analizy. W normalnych jednak przypadkach, gdy zawartość każdej „ważnej" składowej części mieszaniny sięga od kilku do kilkudziesięciu procent ogólnej masy wzorca, wyodrębnienie składników wielkich trudności nie nastręcza, pod warunkiem wszakże, że ogólna ilość materjału, pobrana na próbę, jest dostateczna dla analizy normalnej, lub, w razie najgorszym, przynajmniej dla mikroanalizy.

Procedura samego rozbioru analitycznego wyodrębnionych składników i ustalenia ich natury należy do zadań chemji analitycznej i w danem miejscu omawianie jej byłoby zbędnem, dlatego też dość jest tylko stwierdzić, że możliwość lub niemożliwość jego dokonania uzależniona jest w zupełności od możliwości lub niemożliwości zebrania dostatecznej ilości wiarogodnego materjału do zbadania. Zatem, chcąc sobie zapewnić możność dokładnego rozpoznania analitycznego tych czy innych środków, zastosowanych przez npla w walce, czy w obronie, należy dbać jedynie o zapewnienie sobie możności pobierania niewątpliwie autentycznej próby interesującego materjału w możliwie jak największej ilości i co najmniej parę razy w mniej więcej jednakowych warunkach. Osiągnięcie tej możności nie jest bynajmniej łatwe i wymaga szerokiego rozważania i zorganizowania całej systematycznie przemyślanej akcji, która zostanie omówiona w dalszym ciągu.

Narazie jednak należy rozważyć znaczenie i możliwość chemicznego rozpoznawania niektórych najważniejszych składników mieszanin bojowych lub przynajmniej dostrzegania samej ich obecności w powietrzu czy na terenie.

Należy zawsze liczyć się z faktem, że w przeważającej większości wypadków środki chemiczne stosowane bywają nie pojedyńczo, a w mieszaninie ze składnikami bądź czynnemi, bądź nawet bezwartościowemi. Przyczyn tego zjawiska jest dużo: przedewszystkiem środki chemiczne przed użyciem do walki prawie nigdy nie ulegają ostatecznemu oczyszczaniu, a używają się na surowo, t. j. w mieszaninie z różnemi składnikami przypadkowemi, rozpuszczalnikami, które były stosowane w trakcie ich syntezy, produktami niezupełnie zakończonych lub ubocznych reakcyj i t. p. Powtóre — b. często dodaje się do nich różnych innych składników dla osiągnięcia specjalnych dodatkowych celów, tak naprz. stosują się rozpuszczalniki, zmieniające punkt krzepnięcia lub parowania, środki zadymiające, ułatwiające kierowanie ogniem, wreszcie środki maskujące pewne zapachy lub nadające

im jakieś inne pożądane dla tych czy innych powodów cechy. Wreszcie pamiętać należy, że w wielu wypadkach strzelanina odbywa się świadomie czy nieświadomie mieszana, czy jak to mówią „pstra", wydzieliny jednych pocisków mieszają się z drugiemi, wreszcie z gazami spalinowemi i powybuchowemi, wilgocią powietrza, kurzem, oparami smarów i t. p. najrozmaitszemi substnacjami tak, że w rezultacie każda wzięta z pola próbka środka stosowanego przez npla stokroć snadniej może się okazać mieszaniną ciał, niż ciałem pojedyńczem, a w dodatku zazwyczaj jej części składowe, jeżeli są nawet nieliczne, to wszakże nie zawierają się w ilościach ponad 50%, tylko najczęściej są mniej stężone.

Rozważając z tego właśnie stanowiska zadanie znalezienia takiego wykrywacza, czy takich wykrywaczy, któreby zawsze nieomylnie wskazywały na istnienie niebezpiecznego skażenia powietrza, a tem bardziej takich, któreby wyodrębniały części istotne tego skażenia od przypadkowych i choć w pewnych wypadkach wyjaśniały ich naturę chemiczną, stwierdzić należy kolosalną trudność tego zadania.

II. Wymagania, którym muszą czynić zadość tak zwane wykrywacze.

Wykrywacze można rozumieć jako specyficzne i uniwersalne. Pierwsze miałyby za zadanie sygnalizować zjawienie się w powietrzu czy na terenie tylko pewnych zgóry określonych substancyj pojedyńczych lub pewnych ich grup, drugie — musiałyby wogóle dawać znać o niebezpieczeństwie skażenia powietrza czy terenu niezależnie od natury środków, któremi ono zostało osiągnięte.

Każdy rozumie, że najpewniejszym i najbardziej dostatecznym wykrywaczem jest żywy człowiek bez maski i ubrania ochronnego. Gdy ten poczuł się źle wskutek zakrztuszenia się powietrzem skażonem, podrażnienia oczu, czy też zetknięcia się ze skażonym terenem, to nie może ulegać żadnej wątpliwości (wyłączając oczywiście możliwości symulacji lub kłamstwa), że mamy do czynienia z faktem niebezpiecznego skażenia środowiska. Ponadto bliższe rozpatrzenie symptomów doznanego przez takiego człowieka porażenia przez doświadczonego lekarza, może częstokroć dać b. cenne wskazówki co do samej natury chemicznej środka, który dane symptomy wywołał; ale jest rzeczą jasną, że podobny „wykrywacz" żywy przy całej swej niezawodności nie mógłby być brany pod uwagę w warunkach normalnych, gdyż jego wskazania przychodziłyby już wówczas, gdy mnóstwo innych ludzi doznałoby zapewne takich samych porażeń, i gdy zatem

sygnalizowanie niebezpieczeństwa byłoby co najmniej po niewczasie. Można byłoby wadę tę zmniejszyć częściowo przez zastosowanie człowieka wysoce uświadomionego i wprawionego w wyczuwanie takich stężeń środków bojowych, których zwykły laik albo nie wyczuje, albo wyczuwając nie zrozumie, albo wreszcie, co bywa najczęściej, zrozumie opacznie (i stąd wypływa cała doniosłość obsadzenia linji przynajmniej w pewnych odstępach przestrzeni ludźmi z należytem chemicznem lub toksykologicznem czy fizjologicznem wykształceniem); ale takie myślące i żywe wykrywacze nie stanowiłyby żadnego sukcesu pomysłowości chemików, poszukujących tak skądinąd pożądanych „wykrywaczy" chemicznych i dlatego postawionego w nagłówku tego rozdziału zadania bynajmniej nie rozwiązują.

To, co musi dokonać „wykrywacz" chemiczny martwy, w porównaniu z przeciętnym chociażby człowiekiem żywym i myślącym, nie jest bynajmniej zadaniem łatwem.

Najpierw należy bezwzględnie wymagać, by taki wykrywacz sygnalizował skażenie środowiska ostrzej i czujniej, niżby to mógł dokonać przeciętny, niewyszkolony w specjalnym kierunku człowiek bez maski; z drugiej strony jednak byłoby do pewnego stopnia niepożądanem, żeby był on na tyle czuły, by podnosił alarm wówczas, gdy stężenie jest jeszcze zbyt dalekie od niebezpiecznego, gdyż takie jego przeczulenie mogłoby w gruncie rzeczy trzymać ludzi w stanie wiecznej trwogi, lub przyzwyczajałoby ich stopniowo do lekceważenia zbyt daleko idącej „trwożliwości" wykrywacza.

Dalej, jest rzeczą bezwzględnie konieczną, by wykrywacz sygnały swe podawał wyraźnie i to równie dobrze we dnie, jak i w nocy, przy minimalnem tylko oświetleniu; a jeżeli ma to być sygnał akustyczny czy jakiś inny, to i w takim razie musiałby być takim, by w warunkach istotnie polowych niezależnie od pory doby, stanu pogody, huku strzałów i t. p. akcesorjów walki mógł być zawsze prędko i niedwuznacznie zrozumiany.

Ale najważniejszą jest rzeczą, by wykrywacz ten nie reagował na żadne normalnie towarzyszące walce ciała obce, rozchodzące się w powietrzu, a nie stanowiące istotnego niebezpieczeństwa chemicznego, których jest zawsze wielkie mnóstwo: od gazów powybuchowych zaczynając, a kończąc na wyziewach motorów, spoconych i zmęczonych ciał ludzkich, rozkładających się trupów, tlenu i jego związków utleniających, często powstających pod wpływem słońca czy wilgoci lub innych ciał i procesów zachodzących w przyrodzie i t. p.; następnie by był obojętny względem środków maskujących, przeznaczo-

nych tylko dla udawania napadu, a wskazywał jedynie ciała istotnie niebezpieczne z punktu widzenia toksykologicznego i żadnego z nich nie przeoczał.

Ponieważ w danym wypadku chodziłoby o ciała toksyczne, specyficznie oddziaływujące na organizmy żywe, to właściwie jedynym racjonalnym w tym sensie wykrywaczem mógłby być tylko jakiś organizm żywy, z natury swej zbliżony do człowieka, a przewyższający go wielokrotnie wrażliwością i wyrazistością reakcji fizjologicznej.

Takiego organizmu nie znamy i zapewne nigdy nie odkryjemy. Gdybyśmy jednak wiedzieli, co jest istotnie wspólnego we wszystkich możliwych reakcjach toksykologicznych organizmu, i na czem polega ich faktyczna natura chemiczna czy fizyko-chemiczna, to może by można było stworzyć jakiś odczynnik czy aparat chemiczny czy fizyko-chemiczny, którylby, nie posiadając cech organizmu żywego, reagował mimo to na wszystkie niebezpieczne oddziaływania toksyczne w sposób ściśle określony i łatwy do spostrzeżenia. Każdy jednak przyzna, że od takiego zrozumienia istoty zjawisk toksykologicznych jesteśmy w chwili obecnej jeszcze nieskończenie daleko, dlatego też nie mamy żadnych podstaw do wynalezienia rzeczywiście uniwersalnego „wykrywacza" chemicznego, któryby posiadał takie cechy, na jakich jedynie mogłoby w danym wypadku zależeć.

Nieco bardziej obiecującą byłaby tendencja do wynalezienia wykrywaczy specyficznych, sygnalizujących tylko pewne pojedyńcze ciała bojowe, czy przynajmniej pewne ich grupy toksykologiczne czy nawet chemiczne.

Jeżeli chodzi o istotną potrzebę takich wykrywaczy, to nie ulega wątpliwości, że występowaćby ona musiała przedewszystkiem wówczas, gdyby normalne nasze zmysły okazały się zbyt mało wrażliwemi, by mogły nas zawsze i niezawodnie ostrzegać przed niebezpieczeństwem. Wypadki takie zachodziłyby wówczas, gdyby npl. mógł stosować środki toksyczne bezwonne i bezbarwne (lub b. słabo wonieiące i blade).

Ze znanych dziś ciał bojowych i z całokształtu wiedzy chemicznej doby obecnej przy uwzględnieniu specyficznych wymagań, którym muszą odpowiadać gazy bojowe, możemy nazwać takich ciał tylko dwa: mianowicie, tlenek węgla, jako możliwa niebezpieczna domieszka bezwonna do powietrza (mogą do pewnego stopnia zbliżać się do niego trudnością dostrzegania fosgen i kwas pruski) i iperyt, dostatecznie blady i przezroczysty, który trudno jest dostrzec wzrokiem na terenie, a którego zapach, zwłaszcza przy niższych temperaturach,

również można przeoczyć. Wszystkie inne ciała, skażające powietrze i możliwe do użytku bojowego mają ostre i dziwaczne zapachy lub drażnią oczy czy górne drogi oddechowe w takich stężeniach, które jeszcze są bardzo dalekie od zabójczych lub nawet chorobotwórczych, a dla bardzo wielu z nich ostrość reakcji ostrzegawczej organizmu na ich obecność przewyższa wszystko, co można byłoby uważać za szczyt wrażliwości najlepszych nawet indykatorów chemicznych; zatem dla ogromnej większości ciał bojowych skażających powietrze organizm ludzki posiada już w samej swej konstytucji wewnętrznej idealnie czułe wykrywacze, których zastąpienie przez jakiekolwiek wykrywacze chemiczne mogłoby sprawę należytego ostrzegania przed niebezpieczeństwem tylko popsuć.

Zastanawiając się nad wykrywaczami tlenku węgla ewent. kwasu pruskiego lub śladów fosgenu, nietrudno stwierdzić, że dotychczasowe usiłowania ich wynalezienia nie dały jeszcze dostatecznie praktycznych wyników.

Wykrywacze tlenku węgla, oparte na zdolności tego ciała do utleniania się na powierzchni pewnych katalizatorów, nie są ani specyficzne (wodór, niektóre węglowodory, siarkowodór i t. p. częściowo również się utleniają), ani tak proste i niezawodne, by można było dzisiejsze ich typy uznać za zupełnie celowe. Dlatego też jest bezwzględnie racjonalnem stosowanie takich urządzeń, któreby automatycznie uniemożliwiały nagromadzenie się tlenku węgla tam, gdzie się on napewno wydziela w znacznych ilościach. Praktyka wojenna zna już kilka systemów tego rodzaju urządzeń, stosowanych naprz. w wieżach pancernych okrętów bojowych, w szczelnie zamkniętych schronach z c. k. m. Wreszcie wentylacja tłoczna z należycie urządzonemi przewodami czerpniowemi i pochłaniaczami jest środkiem uniwersalnym na tego rodzaju zatrucia i może je uczynić zupełnie nieprawdopodobnemi w tych warunkach, w których się normalnie stale ma z niemi do czynienia, t. j. w pomieszczeniach zamkniętych.

Natomiast na zupełnie otwartych przestrzeniach rzecz się przedstawia zgoła beznadziejnie.

Przedewszystkiem należy jednak wziąć pod uwagę, że na takich przestrzeniach dziś jeszcze nikt nie potrafi normalnemi środkami walki stworzyć śmiertelne lub niebezpieczne dla zdrowia stężenia tlenku węgla na dostatecznie długi czas i na dostatecznie rozległych obszarach. Jeżeli nprz. przy wybuchach bomb lub ciężkich pocisków takie stężenia rzeczywiście się wytwarzają, to po-pierwsze, trwają one nadzwyczaj krótki czas, a po-wtóre, rozlewają się tylko na takie odle-

głości, na których już sam podmuch i żar tych pocisków, nie mówiąc nawet o ich odłamkach i kawałkach ziemi i gruzu, które one rozrzucają, stanowią niezaprzeczalnie groźne niebezpieczeństwo dla życia, którego żaden wykrywacz, ani żadna maska, ani nawet żaden aparat izolacyjny nie mogą usunąć.

Ale jednak, gdyby jakimś cudem komuś udało się wreszcie zalewać wielkie przestrzenie takim niewyczuwalnym środkiem toksycznym, jak tlenek węgla, to i wówczas nawet najlepszy wykrywacz niewieleby dopomógł, jeżeliby broniący nie miał idealnej organizacji czuwającej i alarmującej, a raczej nie był stale w stanie ostrego i powszechnego pogotowia. Przykład mgły belgijskiej jest pod tym względem doskonałą ilustracją. Mimo iż mgła ta napawała wszystkich obawą, gdyż była widoczna i wywierała ciężkie posępne wrażenie, wszakże mnóstwo ludzi, którzy zostali nią porażeni, nie mogli wskazać ani miejsca, ani czasu, kiedy to się stało; jak również nikt nie potrafił zdać sobie sprawy z tego, co uratowało tysiące innych ludzi, którzy tak samo byli w tej mgle, a jednak żadnego szwanku nie doznali. Dość jest sobie żywo wyobrazić, jakie warunki mogłyby się wytworzyć przy zastosowaniu zupełnie niewyczuwalnego, a jednocześnie grożącego życiu skażenia powietrza na wielkich otwartych obszarach, by odrazu zrozumieć cały ogrom trudności obrony w podobnych warunkach i przyjść do przekonania, że gdyby istotnie coś podobnego kiedykolwiek udało się dokonać, to jedynie skuteczną metodą bronienia się mogłoby być tylko stałe ani na minutę nie przerywane noszenie aparatów izolacyjnych lub ukrywanie się w szczelnie zamkniętych schronach. Wszelkie inne środki polegające na wykrywaczach i ostrzegaczach, wobec powolności i trudności technicznej alarmu, nie mogłyby uchronić wielkich mas ludzkich od b. ciężkich strat. A to dlatego, że środki znane i dobrze wyczuwalne nawet bez żadnego alarmu same pobudzają do wkładania masek, wówczas gdy w omawianym wypadku alarm byłby tylko jedynym środkiem do wbudzenia uwagi zaatakowanych i dlatego wszystkich, którzyby go nie dostrzegli, wydawałby na pastwę losu. W rezultacie dzisiejszy stan rzeczy wymaga:

1) Zabezpieczenia automatycznego wszelkich zamkniętych objektów bojowych, w których się wyładowują zawsze i napewno znaczne ilości tlenku węgla i innych gazów szkodliwych tak, by wykrywacz odgrywał raczej rolę kontrolera sprawności ich urządzeń wentylacyjnych, niż ostrzegacza, którego wskazania dawałyby dopiero bodziec do zastosowania środków obrony.

2) Zaopatrzenia ludzi walczących w warunkach, w których się można spodziewać zatrucia czadowego (czołgi, pociągi pancerne i t. p.) w pochłaniacze przeciwczadowe i tylko

3) w wyjątkowych wypadkach naprz. dla szpitali polowych, kopalni, fabryk czy t. p. zakładów mógłby ustalać celowość zastosowania należycie skonstruowanych wykrywaczy.

Co do wykrywacza iperytu i t. p. ciał, to tu sprawa przedstawia się nieco inaczej. Wykrywanie obecności tych ciał w powietrzu jest niewątpliwie zbyteczne dlatego, że zapach ich jest natyle silny (a nawet przy zamaskowaniu może on być tylko zmieniony, lecz nigdy nie może być usunięty), że niebezpieczne ich stężenia w powietrzu zawsze i niezawodnie odkrywają się przez powonienie, zwłaszcza jeżeli się specjalnie w tym kierunku ludzi wyszkoli i zorganizuje.

Zresztą wykrycie obecności tych ciał w powietrzu jeszcze całości sprawy obrony nie rozwiązuje, gdyż ciała te, będąc trwałemi, muszą być bezwarunkowo wykrywane na ziemi i na przedmiotach, na których się znajdują, by je można było omijać lub niszczyć, a świadomość obecności oparów w powietrzu jeszcze nic nie mówi o tem, skąd te opary pochodzą, zwłaszcza gdy jest cisza, lub gdy wiatr zmienia często kierunek.

Zatem jedynym bezwzględnie użytecznym wykrywaczem iperytu i jemu podobnych ciał byłby taki preparat, któryby zarysowywał na terenie wszystkie miejsca niemi zroszone. Idealny wykrywacz tego typu musiałby być biały lub jasno zabarwiony i kryjący powierzchnię jak zwykła farba klejowa, a kolor musiałby zmieniać na znacznie ciemniejszy i to pod wpływem tylko ciekłych części tych ciał, a nie ich słabych oparów.

Istnieją już i dziś mniej więcej celowe rozwiązania problemu wynalezienia takich wykrywaczy, a jeden z nich był znany jeszcze za czasów wojny światowej w postaci żółtego krzyża do znakowania pocisków iperytowych, który pod wpływem przecieków tych pocisków wyraźnie ciemniał i tem ostrzegał obsługujących działa artylerzystów.

III. Bardziej szczegółowa analiza środków chemicznych npla i znaczenie jej wyników dla racjonalnego zaopatrzenia wojsk własnych.

Podstawowym warunkiem możliwości prowadzenia walki z mniej więcej pewnemi widokami powodzenia jest równowaga technicznej wartości uzbrojenia obu ścierających się stron.

Równowaga ta może być każdorazowo w sposób b. groźny zachwiana, gdy jedna ze stron potrafi zastosować środek, drugiej zupełnie nieznany i niedostępny. Aby zatem uniknąć niebezpiecznego zaskoczenia, należy znać środki przeciwnika.

Podkreślić należy, że tu nietyle chodzi o istotnie szczegółowy tabelaryczny wykaz wszystkich stosowanych przez npla środków, ile o nieprzeoczanie tych zasadniczych podstaw nowych, na których on może się oprzeć w swym napadzie w sposób dla nas niezrozumiały i nieprzywidywany.

Wiadomość o jakości i podstawowych cechach środków npla można osiągnąć wieloma sposobami, jako to:

a) przez wywiad,

b) przez zdobycz wojenną i jeńców,

c) przez analizę własnych strat i wykrycie ich przyczyny i wreszcie

d) przez taką znajomość wogóle sztuki wojowania i jego techniki, by żadne niespodzianki nie mogły nas zaskoczyć.

Nie lekceważąc bynajmniej źródła informacji, zawartego w punkcie a), należy mniej więcej sceptycznie traktować możliwość ograniczenia się w tej ważnej sprawie tylko na niem.

Źródła b) i c) przy całej ich niezaprzeczalnej istotności mają tę wadę, że dają informacje z natury rzeczy spóźnione i tem samem nie usuwają niebezpieczeństwa zaskoczenia.

Co do źródła d), to o znaczeniu jego różni mogą różnie sądzić, lecz oczywista, że sumienne i wszechstronne studja nad istniejącemi i jeszcze nieistniejącemi, a tylko hipotetycznemi środkami walki, jeżeli tylko idą sprawnie i rozumnie, mogą zapobiec zaskoczeniu. Więcej nawet, można twierdzić, że, nie prowadząc własnych uczciwych i mądrych w sensie naukowym badań, niepodobna jest zapobiec katastrofie nawet wówczas, jeżeli się będzie miało wszystkie informacje ze źródeł a), b) i c), gdyż samo ich zrozumienie i prawidłowe wyciągnięcie z nich wniosków dla własnej obrony jest zupełnie niemożliwe bez należytego wykorzystanie wiedzy specjalistów, a ci mogą się wyrobić jedynie w badaniach naukowych i technicznych.

Odwrotnie, gdy się takich specjalistów ma, to wówczas dopiero można rozumnie i oszczędnie postawić sprawę gromadzenia informacyj zarówno z wywiadu, jak i z innych źródeł, można osiągnąć ścisłą i niezawodną ich analizę, ocenić ich znaczenie i skorygować własne zasady i środki, stosownie do wyłonionych potrzeb i wytworzonej sytuacji.

Stąd niechybnie wynika, że podstawowym warunkiem skuteczności badania środków, zastosowanych przez npla, jest wymaganie, by badanie to było prowadzone przez ludzi kompetentnych i w należycie urządzonych pracowniach.

Gruntowna znajomość rzeczy wymagana jest nietylko do prowadzenia właściwej analizy, lecz nawet do samego zbierania materjału do niej, pobierania prób i notowania warunków, w jakich one zostały pobrane. Dlatego też centrum prowadzące analizy musi mieć całą własną organizację obserwacyjną i łącznikową na linji walk, by tam, śledząc pilnie i zbliska robotę npla, dostrzegać najodpowiedniejsze momenty do pobrania prób i najodpowiedniejsze miejsca, skąd one mogą być pobrane. Organizację taką można stworzyć tylko trzymając stały i ścisły kontakt instytucji badawczej zarówno ze wszystkiemi organami służby uzbrojenia i zdrowia, jak i z samą linją.

Jeżeli taki nieprzerywany żadnemi tamami kontakt da się stale utrzymywać, to rozciągnięcie macek badawczych od samego ośrodka aż do najbardziej wysuniętych naprzód czujek i podsłuchów nie będzie nastręczało znacznych trudności, a wówczas zaskoczenie nas przez nieprzyjaciela środkami zupełnie nieprzewidywanemi okaże się niemal że niepodobieństwem.

Już samo uzyskanie tej możliwości warte jest tego, by do niego wszelkiemi drogami dążyć, a możność szybkiego poprawiania braków własnej obrony i uzbrojenia na podstawie rzeczowej i krytycznej analizy pozwoli na stałe zachowanie równowagi w walce, która jedynie daje rękojmię zwycięstwa.

IV. Schemat organizacji analizy środków nieprzyjaciela na wojnie.

Materjał do analizy gromadzi się w sposób następujący:

1) Obserwacja metody walki stosowanej przez npla i porównywanie jej z metodami własnemi, opartemi na uprzednich doświadczeniach, odrazu pozwala spostrzec, czy npl. postępuje tak samo, jak my, czy też inaczej. W tym ostatnim wypadku staje się jasnem jedno z dwojga: albo różnica w postępowaniu wynika z różnicy założeń podstawowych taktyki, albo opiera się na różnicy stosowanych środków, które zatem należy zebrać i rozpoznać.

2) Przy zbieraniu materjału do analizy największą wartość mogą posiadać zdobyte przedmioty uzbrojenia, głuche pociski, ziemia silnie zroszona w obrębie lejów od pocisków, skorupy niezupełnie rozerwanych pocisków, wreszcie chociażby drobne ich szczątki. Z punktu

widzenia obrony ważne są przedmioty obrony indywidualnej i zbiorowej, o ile się je uda zdobyć lub dostać od jeńców i t. p.

3) Samo zbieranie materjału wymaga umiętności i praktycznej znajomości potrzeb analizy; niemniej ważne jest należyte opanowanie zebranych prób i odesłanie ich najkrótszą drogą (ewent. samolotem) do właściwego ośrodka badania. Niezmiernie trudno jest pobrać próbki powietrza skażonego zarówno ze względu na kruchość i niepewność stosowanej do tego aparatury, jak i mając na uwadze zgoła minimalne ilości właściwego materjału do analizy, które tym sposobem dają się uchwycić i dowieźć do miejsca przeznaczenia. Sądzić należy, że pobieranie tego rodzaju prób praktycznie nigdzie nie da się uskutecznić, analizowanie zaś powietrza na miejscu w polu w trakcie walki, kiedy gazy mogą mieć mniej więcej znaczne stężenie, nastręcza również tak wiele trudności, że wątpliwem jest, czyby się opłaciło posyłać w tym celu ludzi i przyrządy na front.

4) W ten czy inny sposób dostarczony z frontu materjał podlega w dalszym ciągu analizie w laboratorjach do tego dostosowanych, bądź w laboratorjum centralnem. Jeżeli się on okazuje znanym i nie zawierającym jakichś specjalnych domieszek dotychczas niestosowanych, to odpowiedni meldunek uspakajający powinien być jaknajprędzej dostarczony na front.

Jeżeli materjał okaże się nowym, to może się on okazać czemś niewnoszącem do istniejącego systemu obrony żadnych zasadniczych poprawek, lub, odwrotnie, czemś wymagającem znacznych i b. trudnych do uskutecznienia korektur w uzbrojeniu własnem i obronie.

5) W tym ostatnim wypadku po dokładnem zbadaniu chemicznem i toksykologicznem nowego materjału, należy przedewszystkiem scharakteryzować najwybitniejsze jego cechy i symptomy porażeń, które on wywołuje, oraz spreparować próbki, wskazujące dokładnie jego zapach, aby dać w ręce służbie zwiadowczej frontu najniezbędniejsze wskazówki rozpoznawcze, któremi się ona powinna kierować. Jednocześnie musi być podana służbie zdrowia możliwie najdokładniejsza charakterystyka toksykologiczna danego środka i wszystkie oznaki djagnostyczne do rozpoznawania śladów jego działania wraz ze wskazówkami co do okazywania pierwszej pomocy.

6) Dla dalszych wniosków niezbędna jest dostawa do centralnego szpitala ludzi i ewent. zwierząt porażonych danym środkiem, celem wynalezienia najlepszej metody ich kuracji.

Na podstawie zdobytej charakterystyki chemicznej danego środka powinny być niezwłocznie uruchomione badania, mające na celu

ulepszenie własnych metod i przyrządów obrony i wyjaśnienie możności jego produkcji w kraju.

Jednocześnie należy szukać wskaźników, któreby ułatwiły dostrzeganie w terenie plam nowego środka, jeżeli takowy okazał się ciałem długotrwałem, oraz wypracowanie metody jego niszczenia.

Po tem krótkiem zestawieniu zadań analizy środków npla użytych przezeń na wojnie, staje się zrozumiałem, że praca ta wymaga racjonalnej i solidnej organizacji i w żadnym razie nie może być improwizowana byle jak prowizorycznemi środkami w polu, zwłaszcza jeżeli się przyjmie pod uwagę prawdopodobny ruchliwy charakter przyszłych zmagań.

Ppłk. VORBRODT WACŁAW.

TECHNICZNE MOŻLIWOŚCI BRONI A ZWŁASZCZA SPRZĘTU ARTYLERYJSKIEGO *).

Zapewne przez długi jeszcze czas nie da się uniknąć wojen, a zatem współczesne narody muszą być na nie przygotowane i w tej walce o byt starają się wykorzystać wszelkie poznane siły przyrody i tworzywa, spotykane na ziemi. Jednak nie należy zbytnio przeceniać możliwości technicznych dnia dzisiejszego i dać się unosić fantazji, choć jak wiemy, wiele marzeń zdawałoby się fantastycznych zostało stopniowo zrealizowanych. Zastosowanie pomysłów wynalazczych do sprzętu wojennego musi obracać się w granicach możliwości. Na razie w powieściach fantastycznych spotykamy zrealizowane takie wymagania, aby np. potężne płatowce lecące z szybkością wielu setek kilometrów na godzinę, mogły oblecieć całą kulę ziemską w ciągu niewielu godzin, a w razie potrzeby — mogłyby wpaść do morza i przemienić się w łodzie podwodne; lub aby za naciśnięciem guzika skoncentrowana energja niszczyła w odległych punktach flotylle nieprzyjacielskie, albo paliła całe miasta. Może te rzeczy, jak i wiele innych, będą kiedyś zrealizowane, lecz technika rozwija się ewolucyjnie i chociaż jej rozwój w ciągu lat ostatnich upoważnia do pragnienia wielu dalszych możliwości, — jednak w ramach dostępnych nam dotychczas praw przyrody.

Rozwój środków wojennych opiera się na wykorzystaniu znanych praw fizycznych, pierwiastków chemicznych i ich połączeń oraz

---

*) Referat wygłoszony na zjeździe SIMP w maju 1933.

energji znanej co do wielkości i mocy działania. Na tem więc opiera się np. rozwój samolotów, sterowców, łodzi podwodnych, czołgów, broni palnej (poznanie praw oporu powietrza i wody, budowa lekkich a mocnych skrzydeł i powłoki, odpornych pancerzy, lekkich silników, wyrób tworzywa wytrzymałego na działania dynamiczne i t. d.).

Zakres działania pojedyńczej broni był i jest ograniczony i zależy od wielu przygodnych warunków; tylko w masie lub w rozwinięciu do wielkich rozmiarów wywiera ona skutek należyty. Celność torpedy, bomby lotniczej lub granatu działowego zależy od licznych wpływów, a ich działanie skuteczne odnosi się do bardzo ograniczonej przestrzeni. Jedynie w połączeniu z innemi siłami przyrody wywierają one większy skutek, jak np. gdy torpeda wytworzy otwór w kadłubie okrętu, przez który wedrą się wielkie masy wody, lub gdy pocisk wywoła detonację w magazynie amunicji.

Wynalazek każdy musi być należycie wykorzystany, aby mógł stać się pożyteczny. Jakie znaczenie miałyby na wojnie płatowce, czołgi lub działa bez organizacji *masowej ich fabrykacji* i masowego ich użycia. Niewątpliwie, szybkość, nośność, odporność, promień działania i t. p. płatowców, łodzi podwodnych, czołgów i wogóle machin bojowych wzrasta, i zapewne uda się np. zbudować jakąś grabarkę, która zdoła pracować pod ziemią jak kret, — lecz jeszcze dalecy jesteśmy od możliwości przenikania do środka ziemi, do dna oceanów, lub dostania się na inne planety. Praktycznie osiągnięty pułap, czyli materjalne oderwanie się od ziemskiej skorupy, wynosi zaledwie około 40 km, jest to wierzchołek toru pocisku słynnej nadarmaty niemieckiej.

Podczas, gdy *taktyka* z biegiem stuleci zmieniała się stosunkowo powoli, *techniczne środki walki* stale się rozwijają i ulepszają znacznie szybciej. Taktyk żąda coprawda wciąż nowych i lepszych środków pomocniczych, któreby łatwiej i skuteczniej pomogły mu do spełnienia jego woli, ale podług recept mało zmienionych, — a technika dostarcza mu je w obfitości. Środki walki wciąż się komplikują coraz to bardziej dzięki rozwojowi techniki, a taktyka jest zmuszona dostosowywać się do nich. *W dzisiejszej sztuce wojennej technika jest również ważną częścią składową jak taktyka.*

Od czasu wynalezienia prochu czarnego przed 600 laty główna zasada broni palnej nic się nie zmieniła, chociaż użycie broni ładowanej od wylotu zastąpiła broń odtylcowa (jako wyjątek pokutuje jeszcze ładowanie od wylotu gładkich luf moździerzy piechoty), proch bezdymny zajął miejsce czarnego, a strzelanie bezpośrednie na nie-

wielkie odległości mierzone w krokach, zastąpiło strzelanie obliczone na znaczne odległości przeszło setki kilometrów, przy użyciu precyzyjnych przyrządów celowniczych i pomiarowych, — postęp wyraża się głównie w pewnem zwiększeniu donośności, celności i szybkostrzelności i nie może być uważany za jakieś odkrycie epokowe. W dziedzinie techniki broni, przy działaniu tak potężnych naprężeń, przy wielkich szybkościach zachodzących zjawisk, przy wielorakich wpływach zewnętrznych i skomplikowanych mechanizmach,—*postęp* może być dokonywany tylko systematycznie, dzięki poważnym rozumowaniom myślowym, opartym na dociekaniach matematycznych i na doświadczeniu.

Od paru dziesiątków lat jest mowa o zastosowaniu nowych środków walki pod postacią wysyłania *energji elektrycznej* na duże odległości, celem wywoływania wybuchów w składach amunicji, lub aby zahamować działanie silników lotniczych czy samochodowych, albo jako nosicielki szkodliwych działań fizjologicznych, — lecz dotychczasowe próby dokonywane w tajemnicy nie dały chyba jeszcze wyników korzystnych, albowiem wymagają one wielkich urządzeń i olbrzymich ilości energji i mogłyby, w razie pewnych nieostrożności, szkodzić własnemu krajowi. Żyjemy jednak w epoce elektryczności, która zastąpiła w wielu dziedzinach parę. Zastosowanie energji elektrycznej niewątpliwie musi wywrzeć swój wpływ również na technikę wojskową; sukcesy jej wpłyną z pewnością na technikę przyszłej wojny. Pomijając zastosowania jej znane również w technice cywilnej, jak elektryczne piece, spawanie, rozwój radjo, telewizję, — olbrzymie zapasy tej doskonałej energji tworzą nowe środki walki czynne i bierne, wspomnę np. tylko o możliwości poruszania sterowania z odległości działami, torpedami lub czołgami, o działach i zapalnikach elektrycznych.

Nadzieje, pokładane w wojennych zastosowaniach fal elektromagnetycznych, oparte są na szybkim nowoczesnym rozwoju zakresu ich stosowania przy olbrzymiej rozpiętości ich klawiatury od 1/10 milimikrona (promienie gamma-sodu) do fal 10 kilometrowych wytwarzanych w wielkich stacjach radjowych. Lecz w tych granicach stosowane fale nie dają jeszcze wymaganych ilości teleenergji do wywołania wybuchu amunicji. Podobnież zastosowanie tu fal akustycznych, nawet poza-dźwiękowych, zawodzi. Są tacy, co pokładają swe nadzieje w wykorzystaniu pożytecznem lub niszczącem energji wewnętrznej atomów, lecz jest to w każdym rozie jeszcze muzyka dalekiej chyba przyszłości ze względu na stwierdzoną dotychczas od-

porną stałość atomów. Rozpadają się coprawda samorzutnie pewne pierwiastki radjoaktywne, lecz rozpad ich trwa tysiącolecia, a w ciągu czasu więcej ograniczonego wydzielają ona minimalne ilości energji. W sumie te energje są olbrzymie, bo ½ gramu radu w ciągu 2000 lat wydzielić może miljon metrotonn energji, podczas gdy ładunek kruszący granatu 420 mm daje energję wybuchu równą 50.000 metroton t. j. 1/20 część tamtej, a siła uderzenia w cel tego granatu wynosi jeszcze 10 razy mniej.

Środki gazowe trujące wymagają dla skutecznego działania odpowiednich warunków i łatwiej stosunkowo ustrzec się od nich w polu niż od odłamków granatów, — nie będą więc one zapewne *główną* bronią przyszłości, wojna zaś bakterjologiczna jest bronią zbyt obosieczną, aby mogła być stosowana z powodzeniem.

Podczas wojny brak jest niektórych, potrzebnych do celów uzbrojenia *surowców* — starają się więc zastąpić je namiastkami, i ta sprawa jest bardzo ważna dla wszystkich krajów mających t. zw. rodzime *„strategiczne"* surowce, t. j. będące na miejscu w ilości niedostatecznej dla potrzeb czasu wojennego. Z tych namiastek wspomnę np. o łuskach żelaznych, o pierścieniach wiodących pocisków z żelaza miękkiego lub z tombaku, o zapłonnikach z celuloidu, o woreczkach prochowych z bawełny, o prochu bezdymnym z celulozy drzewnej, o zastąpieniu części mosiężnych w zapalnikach przez stopy glinowe, o zastąpieniu rtęci piorunującej innemi materjałami, o zastąpieniu wolframu przez molibden w stali szybkotnącej i t. p. Próbowano nawet używać przy wyrobie pocisków takich materjałów, jak gips, szkło, porcelana, drewno, tektura, — lecz one, jako zbyt słabe tworzywa, oczywiście zawodziły. Wszak przeróżnemi wynalazkami zasypywane są urzędy wojskowe, lecz zaledwie drobny ich odsetek godzien jest rozpatrywania, bo przeważnie wynalazcy nie wiedzą wyczerpująco, co w danej dziedzinie już dokonano, lub nawet nie znają podstawowych zasad odnośnych nauk stosowanych, jak np. balistyki.

Rozważając broń bojową ze stanowiska czysto technicznego, widzimy, że przedstawia ona, jak każdy mechanizm, pewien utwór, który ma posiadać określoną wydajność, a stąd wnioskujemy, że pod względem *konstrukcji* ogólne zasady nauki o maszynoznawstwie mają tu swoje zastosowanie. A zatem należy wziąć pod uwagę, przy uwzględnianiu nauki o wytrzymałości i o tworzywach, te elementy z kinematyki, przy pomocy których osiąga się cel sposobem najprostszym i niewątpliwym. Trzeba jednak pamiętać, że łoża działowe podlegają silnym wstrząsom dynamicznym. Wskażę to na przykładzie.

Jeżeli szybkość wylotowa pocisku równa się 1000 metrów na sek., to szybkość odrzutu lufy jest 100 razy mniejsza, czyli wynosi 10 m/sek Jest to szybkość otrzymana przez ciało po spadku swobodnym z wysokości 5 metrów, co trwałoby jedną sekundę i spadek taki zapewne nie uszkodziłby działa poważnie; lecz wystrzał trwa zaledwie 0,03 sek., t. j. 33 razy krócej, a zatem wysiłek od takiego działania dynamicznego i tak znacznego jego przyśpieszenia będzie inny. Z tego względu można oceniać działo jako ustrój, *absorbujący* pewną energję przez odrzut, czyli mierząc impuls, przypadający na 1 kg ciężaru. I ta wielkość waha się obecnie w granicach 2—5 m/sek., powyżej 3,5 m/sek. zwykle armata przestaje być stateczną; im większy jest ten stosunek przy należytej stateczności, tem udatniejszą jest konstrukcja zespołu. Ponadto charakterystyka wykorzystania metalu działa określa się stosunkiem energji wylotowej do ciężaru, lub lepiej — stosunkiem mocy wylotowej do ciężaru (wahania w ciaśniejszych granicach). Pierwszy stosunek daje dla dział w całości 100 — 200 kgm/kg, dla luf zwykłych do 400 kgm/kg, dla luf samowzmocnionych do 800 kgm/kg; drugi stosunek — daje liczby 10 do 16 i mierzony jest w kilometrach na sek. Gdy jednak poczniemy rozstrząsać pytanie, jakie należy postawić warunki celem zapewnienia przydatności i celowości konstrukcji, to wyniknie, że ogólne zasady maszynoznawstwa odpowiedzieć na to pytanie nie zdołają, — stąd więc wynikają owe *zasady specjalne*, przynależne do danego fachu. Odpowiedzią na pytanie, jakie zasady mają być uwzględnione przy wykonywaniu broni, będzie jedynie dewiza „przydatności bojowej".

Broń palna, ze względu na wysokie koszty jej wyrobu, wymaga takiego wykonania, aby pewien typ broni mógł się utrzymać przez czas dłuższy i odpowiadał pojęciu współczesności. Przykładem może służyć nasza armata lekka 75 mm wz. 97, która, licząc jako wzór już 35 lat istnienia, spełnia jeszcze swe zadanie zadawalająco. Długi czas użytkowania broni wymaga możności łatwej jej naprawy, stąd konieczna wymienność części oparta na granicach zużywalności, a więc precezyjna ich obróbka. Wartość broni jako typu z czasem jednak maleje, czy to z powodów fabrykacyjnych, czy też natury konstrukcyjnej, wymaga zatem ulepszeń lub prowadzi do całkowitej zmiany typu. Im broń jest więcej pełnowartościowa, tem chwila przezbrojenia nastąpi później. Każdy ustrój konstrukcyjny sprzętu uzbrojenia jest kompromisem optymalnym między szeregiem czynników zasadniczych, określających jego przydatność bojową, jako to: działanie pojedyńczego strzału, ciężar i kształt pocisku, donośność, cel-

ność, szybkostrzelność, poręczność w obsługiwaniu, ruchliwość, łatwość dostawy amunicji, fabrykacja masowa i koszty wyrobu, sprawa surowców; ponadto dochodzą czynniki moralne i psychologiczne, jak sprawa sposobu i bezpieczeństwa użycia broni (organizacja i taktyka walki) oraz kwestje wyszkolenia, a nawet wyglądu zewnętrznego.

Wszystkie te czynniki, wpływające na technikę broni, wciąż się przekształcają i rozwijają oraz znajdują się we wzajemnej ścisłej zależności. Co jakiś czas podlegają one dokładnym badaniom teoretycznym i próbom praktycznym, aby sprawdzić, czy pewne z nich nie zmieniły się tak dalece, lub ze stanowiska taktycznego, czy nie pozostały w tyle, iż może wynika konieczność przewartościowania ich i stworzenia nowych wymagań dla dalszego konstrukcyjnego rozwoju broni.

Powstaje tu jednak pewne niebezpieczeństwo, iż niektóre z tych czynników zostają zbytnio zaakcentowane i wysuwane są na plan pierwszy, podczas gdy inne usuwane są w cień i na plan dalszy; zależnie od tego, czy w tych sprawach ma głos decydujący taktyk, czy też konstruktor, fabrykant lub ekonomista. Skutkiem tego bywa, albo skierowanie rozwoju broni na fałszywe tory, lub przeciwnie — zahamowanie w rozwoju; lub wreszcie stawiane są warunki nie do wykonania ze stanowiska technicznego. Prowadzi to do straty drogocennego czasu i do zwłoki, które naprawić trudno, a w chwili krytycznej może spowodować katastrofę, jeżeli przeciwnik znacznie nas wyprzedził w tym kierunku.

Oto przykłady niedoceniania wpływu ważnych poszczególnych czynników na technikę broni.

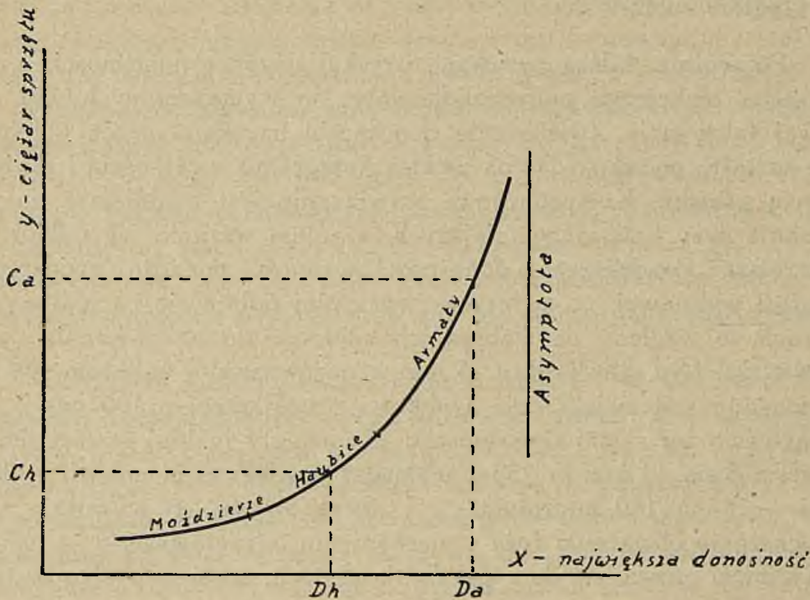
Przed wojną niektóre państwa kładły specjalny nacisk na ruchliwość artylerji lekkiej i na unifikację amunicji; wynikiem pierwszego warunku były zbyt mała donośność dział, wynikiem drugiego — zbytnia trudność masowej fabrykacji amunicji, np. granato-szrapneli z zapalnikami poczwórnego działania. Wojna przewartościowała te czynniki: ważnem stało się działanie skuteczne pojedyńczego strzału i wzrost donośności. Ponieważ jednak w czasie wojny niemożna było powiększyć kalibru (przeróbka sprzętu i trudność zaopatrzenia w urozmaiconą amunicję), postarano się wydłużyć pociski. Skutkiem nadmiernego ich wydłużenia było pogorszenie celności z powodu nieodpowiedniego zachowania się pocisku na torze, a nawet niebezpieczeństwo zbyt krótkich strzałów dla własnej piechoty, co oczywiście wywoływało ujemny wpływ moralny. Zwiększenie donośności osiągnięto przedłużeniem lufy i powiększeniem ładunku, co przy nienale-

żytem uwzględnieniu własności balistycznych działa powiększyło rozrzut strzałów, przyśpieszyło zużycie sprzętu i zwiększyło ciężar działa kosztem ruchliwości.

Po wojnie dalszą przewagę uzyskał czynnik donośności, a wymagania techniczne podporządkowały się wymaganiom łatwej masowej fabrykacji. Zwiększenie donośności uzyskano przez polepszenie kształtu pocisku, idąc na pewien kompromis z celnością i skutecznością pocisku. Kompromisowe rozwiązanie jest trudniejsze do wykonania przy kalibrach mniejszych, a zatem warunki ich odbioru są ostrzejsze. Powiększenie donośności wymaga ponadto zwiększenia energji wylotowej, co zwłaszcza wyraźniej odbija się na małych kalibrach ze względu na słabszą ich zdolność do pokonywania oporu powietrza. (Np. dla kalibru 75 mm w porównaniu z kalibrem 105 mm wymagane jest zwiększenie szybkości początkowej o 100 m/sek. dla osiągnięcia tej samej donośności); dla armaty lekkiej wzrost donośności z 8 na 14 km (o 75%) wymagał powiększenia energji wylotowej z 75 na 150 metrotonn, t. j. dwukrotnego, co wywołuje silne zwiększenie obciążenia łoża i mechanizmu odrzutowego, a w następstwie musi prowadzić do zwiększenia ciężaru, pomimo postępów techniki.

Dotychczas najdogodniejszym środkiem, nadającym pociskowi należytą szybkość lotu jest energja potencjonalna *prochu*, który w małej wagowo i objętościowo masie skupia dużą energję, szybko wyładowującą się; nie zastąpią prochu żadne środki mechaniczne, jak np. działanie sprężyny, czy siły odśrodkowej, a działanie energji elektrycznej, nie jest jeszcze wykorzystane ekonomicznie w tym kierunku. Wzrost *donośności* i *skuteczności* broni palnej zależy od dużej szybkości wylotowej pocisku, a więc od pracy gazów prochowych odpowiednio dobranego gatunku prochu; lecz tu ograniczeni jesteśmy z jednej strony wytrzymałością materjału głównie lufy i pocisku (dążenie do coraz to szlachetniejszych gatunków tworzywa), z drugiej strony — zbytnim wzrostem ciężaru działa; jak się bowiem okazuje, wzrost donośności ponad jakie 12 km należy okupywać znacznym przyrostem ciężaru całego działa (wykres). Samowzmocnienie luf i stosowanie hamulców wylotowych posunęło sprawę wykorzystania materjału działa dość dużo naprzód. Znacznie większe donośności uzyska się zapewne innemi sposobami, t. j. przy pominięciu właściwych dział, a przez zastosowanie *pocisków rakietowych*, wyrzucanych z dość prymitywnych luf gładkich lub pewnych wodzideł, a materja-

łem popędowym może tu być paliwo płynne (nitrogliceryna, węglowodany, ozon z wodorem i t. p.).



Uzyskaną obecnie *celność* trudno polepszyć, dokładne badanie wszystkich czynników na nią wpływających, między innemi wielkości pochylenia gwintów w lufie, może cośkolwiek sprawę tę posunąć naprzód. Rozrzut pocisków zależy głównie od niejednostajności ich wyrobu (tolerancje ciężarowe i wymiarowe); obostrzenie warunków technicznych wyrobu i odbioru (o ile się to opłaca), polepszy ten stan, lecz bywa to zwykle przedmiotem sporu między wykonawcą a odbiorcą. Wobec olbrzymiego zużycia amunicji na wojnie (wszak np. 5.000 armat polowych przy 20 strzałach na działo wciągu 100 dni wystrzeli 10 miljonów naboi), zwiększenie celności dzięki również ulepszonym przyrządom celowniczym, doskonalszym prochom i pociskom lepiej strzelającym działom, — ma ogromne znaczenie ekonomiczne. Każde udoskonalenie broni pociąga za sobą, wobec masowego użycia narzędzi walki, znaczne zmniejszenie wydatków. Chociaż celność jest znaczenia wybitnego dla taktycznego wykorzystania broni, musimy się liczyć z pewnym nieuniknionym, a dość znacznym rozrzutem pocisku, zwłaszcza na duże odległości; a więc przy odległości 10 km dla armaty 75 mm rozrzut 50% czyli pole, na którem rozłoży się połowa wystrzelonych przy jednakowych warunkach pocisków, wynosi wzdłuż

1% donośności, czyli 100 metrów, i na to niema rady i z tem się liczą artylerzyści. Widać tu ujemny wpływ zbytniej donośności, pomijając trudność korygowania strzałów na tak duże odległości. Z drugiej zaś strony duża donośność jest pożądana ze względu na moralne poczucie przewagi nad przeciwnikiem. Lepsze warunki strzelania dalekonośnego uzyskuje się przy stosowaniu większych kalibrów; tu znów granicę stanowi sposób transportu dział coraz do cięższych (transport konny, samochodowy, kolejowy).

Osiągnięcie należytej *fragmentacji* skorup pocisków na odłamki nie jest rzeczą łatwą; jest to fukcja złożona wielu czynników, zależy bowiem tak od właściwości tworzywa pocisków, jak i od własności materjału wybuchowego ich wypełniającego. Dla każdego więc nowego tworzywa musi być na nowo badana.

Dążenie do *unifikacji* i *normalizacji* ma swe uzasadnienie w ułatwieniu wyrobu masowego; uczyniło ono po wojnie niewątpliwie znaczne postępy, lecz coraz to doprowadza do przesady i zmusza do konstrukcyj kompromisowych. Taką próbą niezawsze udatną jest tworzenie łóż uniwersalnych (do kilku kalibrów dział), uniwersalnych dział (do kilku przeznaczeń), próby ujednostajnienia typów amunicji pewnego kalibru do haubic, moździerzy i armat naziemnych, plotniczych i okrętowych, ujednostajnienie zapalników dla wszelkich kalibrów, ujednostajnienie prochu do różnych ładunków i kalibrów, znormalizowanie przodków artyleryjskich i wozów wojskowych wszelkiego rodzaju. Jednak rozwiązania kompromisowe nie zadowolnią w zupełności w żadnym kierunku,i dla różnych przeznaczeń i zadań wymagane są właściwie całkiem odrębne konstrukcje. Z tych względów powstały i zachowały się rozliczne rodzaje dział i amunicji (np. pociski dla *dużej donośności* różnią się od pocisków o *dużym skutku* na bliskie odległości i t. p.).

Zużycie działa ujawnia się zmianą wymiarów wewnętrznych lufy, a skutkiem tego jest spadek szybkości początkowej pocisku i powiększenie rozrzutu, co jest dozwolone do pewnych tylko praktycznie ustalonych granic. Ilość strzałów, jakie mogą wytrzymać lufy do chwili zużycia, wynosi od kilkudziesięciu do kilkunastu tysięcy, zależnie od kalibru i pracy lufy. Długotrwałość służby lufy zależy ponadto od bardzo wielu warunków; zbadanie ich ma duże znaczenie ekonomiczne, lecz zagadnienie to jest bardzo złożone, albowiem wśród wpływów zasadniczych, jak szybkostrzelność, natężenie temperatury, przepalanie i t. d. istnieje cały zespół zagadnień metaloznawczych, i do dnia dzisiejszego pozostaje jeszcze nierozwiązaną

kwestja wyboru najlepszego gatunku metalu z punktu widzenia zjawisk, zachodzących *w czasie służby lufy*. Korzyści stosowania luf samowzmocnionych, stali nie rdzewiejących, chromowania, molibdenowania lub wolframowania stoją jeszcze pod znakiem zapytania.

Jak będzie wyglądał *udział techniki w przyszłej wojnie* zależy to od przeciągu czasu, jaki upłynie do chwili jej wybuchu; chociaż nie możemy dziś domyślić się ostatecznego celu i ostatecznego skutku, do jakiego doprowadzą wówczas pomyślne drogi technicznego rozwoju, jednak należy się liczyć z możliwościami najbliższej chociażby przyszłości i te możliwości należy przewidywać. Niespodzianki i zaskoczenie zachodzą tam, gdzie wyrzekamy się rozważania tych zagadnień i ich celowego zastosowania. W czasie wojny światowej sprzemierzeni byli zaskoczeni pojawieniem się najcięższych moździerzy 305 mm i 420 mm na froncie, lecz nie były to nowe zupełnie środki walki, powstały one bowiem jako dalszy rozwój najcięższej broni stromotorowej, gdy okazała się możliwość potrzeby rozbijania żelazobetonowych umocnień fortyfikacyjnych, co właśnie Niemcy przewidzieli; podobnież Niemcy rozwinęli znaną ideę stosowania gazów trujących. Czołgi zaś nie powinny były być również tak wielką niespodzianką, bo zasada ruchu gąsienicowego była znana, samochody pancerne również istniały, — chodziło tylko o połączeniu obu tych czynników w całość konstrukcyjną i o zastosowanie masowe tych wozów bojowych.

Wskaźniki do rozwoju techniki broni w najbliższej *przyszłości,* powstające z haseł czasu obecnego, dotyczące nowoczesnych środków walki, są to: organizacja sił powietrznych do samodzielnej walki, włączając w to transport wojsk i sprzętu, mechanizacja, motoryzacja i opancerzenie środków walki lądowej, wzmocnienie pasów pogranicznych oraz obrona przeciwgazowa, plotnicza i pczołgowa. Zagadnienia te są zbyt obszerne, aby można je było tu rozwijać. Z tematów więcej szczegółowych narzucających się obecnie do rozwiązania technikom uzbrojenia wymienić można: spawanie łóż działowych i bomb lotniczych, odlewy odśrodkowe luf i pocisków, usunięcie błysku i huku broni palnej, obniżenie temperatury gazów prochowych, skonstruowanie odpowiedniego działa piechoty i t. p.

O ile zmiany organizacyjne lub taktyczne mogą być dokonane i wprowadzone w życie stosunkowo szybko, wprowadzenie nowego sprzętu, jego wykonania masowe i należyte wypróbowanie wymaga całych lat i wielu wysiłków twórczych (takiemi nowościami lat ostatnich wprowadzonemi do sprzętu uzbrojenia są: hamulce wylotowe,

rdzenie wymienne luf, lekkie metale w konstrukcji broni, samowzmocnienie luf, spawanie łóż, motoryzacja i t. p.).

Nowości, powstające w czasie wojny, chociażby opierały się przeważnie na doświadczeniach lat poprzednich, wykazały jednak wiele niedokładności technicznych i balistycznych; w czasie pokoju powstaje szerokie pole dla tych zagadnień, w sprawie dalszych ulepszeń konstrukcyjnych i balistycznych istniejących lub nowych systemów broni. Tworzenie jednak nowej broni dla dalszej przyszłości wymaga wielu przewidywań i ścisłej współpracy taktyków z konstruktorami, wytwórniami, ekonomistami, a nawet politykami. Zagadnienie dalszego rozwoju nowoczesnych środków walki i potęgi oraz obrony państwa dotyczy, jak to wskazują nowoczesne wojny, nietylko żołnierzy i siły zbrojnej, lecz całego narodu, całego przemysłu i gospodarki kraju. Przytem zaoszczędzi się na życiu żołnierzy, używając sprzętu tak skutecznego, jak tylko nowoczesna wiedza techniczna wyprodukować potrafi.

623.536

Płk. w st. sp. BORUSZCZAK TEODOR.

PRZYCZYNEK DO USTALENIA ZASADY KLASYFIKACJI LUF DZIAŁOWYCH.

Zdatność użytkową lufy broni palnej określa ilość strzałów, która czyni lufę, lub jej części, niezdatne do strzelania bojowego.

Zagadnienie zużywalności broni posiada bardzo wielkie znaczenie i powinno stanowić podstawę racjonalnego zaopatrzenia wojska obok wymagań zdatności taktycznej, działania pociskowego i zachowania własności balistycznych.

Wydajność maszyny zależy nie tylko od stosunku pracy włożonej do pracy otrzymanej przy poszczególnym wypadku użycia, lecz także, i to w znacznym stopniu, od całkowitego nakładu sił i materjałów służących do wyrobu, oraz od wydatków na utrzymanie w ruchu maszyny aż do zupełnego jej zużycia.

Całkowita wartość techniczna broni palnej składa się więc ze zdatności balistycznej i z dzielności działa jako maszyny: z ilości siły i tworzywa, które jest potrzebne do wyrobu, utrzymania, transportu na pozycję, obsługi działa, dowozu amunicji, wyszkolenia obsługi dla oddania strzału oraz niszczącej energji mechanicznej pocisku i jego skutecznego działania.

Dotychczas nie udało się ująć matematycznie całą zdatność użytkową broni palnej przy danych warunkach. Warunki, które wpływają na zużycie lufy są tak liczne i tak nieregularne w ich działaniu, że wszelkie obliczenia matematyczne pozostaną zawsze tylko wartościami przybliżonemi.

W literaturze podawane są różne wzory do ustalenia czasu używalności lufy, lecz żaden z nich nie odpowiada rzeczywistości w praktyce.

Często można czytać, że dozwolony spadek szybkości początkowej nie może przekraczać 10%, bez wpływu na zdatność bojową broni palnej; albo, że głębokość ładowania może dochodzić do 0·00.15 λ^2 K cm (λ — długość lufy w kalibrach, K — kaliber w cm). Oznacza to, że głębokość ładowania n. p. przy austrj. 10 cm hb wz. 14 mogłaby się powiększyć o 54 mm, co odpowiada 28·7% powiększeniu się objętości komory ładunkowej. Takie powiększenie komory jednak nie zgadza się ze spadkiem szybkości początkowej, która wynosiłaby w danym przykładzie 25 m. A taki spadek szybkości wywołałby na odległość 3000 m zmniejszenie donośności o 344 m, co stanowi prawie 15-krotny 50% rozrzut.

Inni znowu autorzy przyjmują za podstawę obliczenia zużycia lufy — powiększenie się objętości komory ładunkowej w procentach. Lufę działową uważa się za niezdatną do strzelania bojowego, jeśli objętość komory ładunkowej powiększa się o 3%. Pomijając fakt, że proch nitrocelulozowy jest o wiele czulszy na zmianę objętości komory ładunkowej, niż proch nitroglicerynowy, — na zasadzie prostej kalkulacji można orzec, że powiększenie się komory ładunkowej wykaże różne skutki, zależnie od rodzaju działa (armata, haubica czy moździerz).

Inż. Siwy opublikował teorję zużycia luf działowych przy jednakowym gatunku prochu, wedle której zużycie zależy od wysokości ciśnienia, t. zn. od stosunku ilości gazów do objętości przewodu lufy, a więc od kalibru. Stosunek ciężaru ładunku prochu w kg do wielkości kalibru w cm nazywa on „współczynnikiem zużywalności". Założenie Siwego byłoby prawidłowe, gdyby działa różnego kalibru posiadały jednakowej długości lufy i jednakowej długości komory ładunkowej; wiadomo bowiem z doświadczenia, że szybkość zużycia wzrasta z długością lufy. Zjawisko takie szczególnie jaskrawo występuje przy armatach o kalibrze od 10 cm wzwyż i szybkości początkowej ponad 600 m/sek. Takie armaty po oddaniu 1000 strzałów tracą zdatność bojową.

Justrow podał w roku 1922 następujący sposób obliczenia dozwolonej ilości strzałów [1]):

$$z = \frac{x \cdot y}{D^2} \cdot \frac{C \cdot V_0^2}{\lambda} \cdot \frac{\sigma \cdot \varepsilon}{\gamma \cdot k_q}, \text{ gdzie:}$$

[1]) patrz Przegl. Art. 1924 r. str. 119, 169.

x — współczynnik, zależny od ciśnienia maks. i prochu,
y — „ „ „ „ kalibru i szybkości strzelania,
C — stosunek ciężaru pocisku do kalibru w 3-ej potędze,
V — szybkość początkowa, σ — granica płynnosci, ε — wydłużenie, D — kaliber, λ — długość lufy w kalibrach, γ i k_q — własności materjału pierścienia wiodącego. Według tego wzoru 10 cm hb wz. 14 wytrzymałaby około 13600, a 10·4 cm arm. wz. 15 około 6000 strzałów.

Znamiennem w tym wzorze jest to, że czas używalności lufy wzrasta z 2-gą potęgą szybkości początkowej, podczas gdy doświadczenia wykazują wręcz odwrotny stosunek czasu używalności do szybkości początkowej.

Chcąc rozwiązać kwestję oceny lufy, należy wyjść z ogólnej zasady, że działo jest niezdatne do użytku, jeśli:

donośność i rozrzut nie odpowiadają ustalonym wymaganiom, lub też — nastąpiło takie uszkodzenie lufy, które wyklucza dalsze użycie [2].

Według ogólnie uznanych zasad, nie może rozrzut całej baterji przekraczać 2·5-krotnego rozrzutu pojedyńczego działa. Ustalenie wymiaru rozrzutu całej baterji jest związane z ilością dział w baterji oraz ze sposobem strzelania.

Donośność działa zmniejsza się przy jednakowych pociskach, jeżeli szybkość początkowa się zmniejszy.

Spadek szybkości początkowej, która powoduje zmniejszenie się *donośności* o 2.5-krotny rozrzut, podaje jako przykład następująca tabela obliczona dla austrj. 10 cm hb wz. 14 i 10.4 cm arm. wz. 15.

Spadek szybkości początkowej, wyłączając wpływ innych czynników, zależny jest od zmniejszenia się ciśnienia maksymalnego. Ciśnienie maksym. zmniejsza się jednak w tych samych warunkach przez powiększenie się komory ładunkowej; komora zaś ładunkowa powiększa się przeważnie w kierunku stożka przejściowego.

W naszym przykładzie normalna objętość komory ładunkowej 10 cm hb wz. 14 wynosi 1·327 dm^3, a ciśnienie maksym. przy ciężarze pocisku 13·5 kg — 2100 Atm. Zmniejszenie się szybkości początkowej o 4.4 $m/sek.^{-1}$ (p. tabela) odpowiada powiększeniu objętości komory ładunkowej o 0.0596 dm^3, co stanowi 4.5% objętości normalnej; w tym wypadku stożek przejściowy przesunie się o 7.3 mm.

[2]) p. „Pomiar długotrwałości luf działowych" — Wiad. Techn. Art. 1932 r. Nr. 14 str. 110 oraz „W sprawie zużycia luf działowych" — 1930 r. Wiad. Techn. Art. str. 695 i „Zużywanie się dział nowoczesnych" Przegl. Art. 1926 r. str. 299, 390.

Donośność w m.	10 cm hb wz. 14 Granato-szrapnel wz. 14; ciężar pocisku: 13.5 kg; szybkość początkowa: 363 m sec—[1]; ciężar ładunku prochu: 0.538 kg;			10,4 cm arm. wz. 15 Granato-szrapnel wz. 15; ciężar pocisku; 17,5 kg; szybkość początkowa: 680 m sec—[1]; ciężar ładunku prochu: 3.750 kg		
	Jednokrotny 50% rozrzut w m.	2,5 krotny 50% rozrzut w m.	Odpowiadające zmniejszenie V_0 m sec^{-1}	Jednokrotny 50% rozrzut w m.	2,5 krotny 50% rozrzut w m.	Odpowiadające zmniejszenie V_0 m sec^{-1}
1000	13	32,50	6,7	12,5	31,25	11,7
2000	17,5	43,75	4,6	16,0	40,00	7,5
3000	24,0	60,00	4,4 minim.	19,5	48,75	6,4 minim.
4000	31,5	77,50	4,4	22,5	58,75	6,5
5000	43,0	107,50	5,1	30,0	75,00	7,3
6000	56,5	141,25	6,0	40,0	100,00	8,7
7000	73,0	182,50	6,9	52,5	131,25	10,5
7600	88,0	220,00	7,6	.	.	.
8000	.	.	.	68,5	171,25	12,8
9000	.	.	.	90.0	225,00	16,4
10000	.	.	.	152,0	380,00	24:5
11000	.	.	.	196,0	490;00	40,5

10·4 cm armata wz. 15: normalna objętość komory ładunkowej 6·2 dm^3, a ciśnienie maksym. przy ciężarze pocisku 17·5 kg — 2800 Atm. Zmniejszenie się szybkości początkowej o 6:4 m/sec^{-1}, odpowiada powiększeniu objętości komory ładunkowej o 3·6%, przyczem stożek przejściowy przesunie się o 26·5 mm.

Powyższe przykłady wskazują, że nie jest uzasadnione znormalizowanie powiększeń komory ładunkowej przy działach różnego typu i bez względu na rodzaj ładunku prochu, przez oznaczenie procentowego powiększenia się komory ładunkowej.

Każde działo stanowi odrębny typ i wymaga indywidualnego obliczenia normy zużycia.

Wymagają tego także warunki oszczędnościowe i jak najdłuższe zachowania zdatności bojowej broni.

Pierścień wiodący powinien zapewniać uszczelnienie w każdym wypadku; jest to warunek zasadniczy, od którego zależy zdatność

i długa używalność działa. Ważnem jest zatem prawidłowe ustalenie wymiaru pierścienia wiodącego i jego tolerancyj. Nie jest dozwolone, jako bardzo szkodliwe, równoczesne strzelanie pociskami posiadającemi pierścienie wiodące o różnych wymiarach średnicy lub o różnych tolerancjach średnicy pierścienia.

Podaję jako przykład wymagane tolerancje dla 10 cm haub. wz. 14.

Zacisk 10 cm granato-szrapnela wz. 14 wynosi przeciętnie w brózdach od 0·35 do 0·40. Lufa posiada naprężenie podczas wystrzału około 22 kg mm^{-2}; zatem elastyczne wydłużenie średnicy lufy wynosi podczas wystrzału 0·11 mm, przyczem średnica przewodu w brózdach dochodzi do 102·31 lub 102·36 mm.

W nowoczesnych działach podczas ognia dowolnego lufa ogrzewa się przeciętnie o 100^0. Odpowiednie wydłużenie z powodu ogrzania wynosi 0.12 mm (współczynnik rozszerzalności pod wpływem ciepła dla stali przyjęto 12.10^{-6}). Jeżeli uwzględnić to powiększenie się średnicy przewodu, to pozostaje na zacisk w brózdach tylko 0·12 lub 0.17 mm.

Przy dalszem zużyciu powstałby pomiędzy lufą a pierścieniem wiodącym w brózdach luz i straciłoby się uszczelnienie.

Kompletne wypalenie lufy nastąpiłoby w najkrótszym czasie, (patrz teorję Czernowa i publikację w czasopiśmie „Wojna i Tiechnika" z roku 1930), a rozrzut powiększałby się nadmiernie.

Z doświadczeń wojny światowej jest znane nie tylko nadmierne zapotrzebowanie amunicji, lecz także duże zużycie sprzętu artyleryjskiego, w szczególności zaś luf działowych.

Naogół jednak biorąc lufy działowe wytrzymały większą ilość strzałów, niż przypuszczano. Uważano n. p., że 30·5 cm armata nadbrzeżna może oddać tylko 100 strzałów. Tymczasem z praktyki wiadomo, że armata ta wytrzymała większą ilość strzałów w zależności od szybkości strzelania.

W tym kierunku przeprowadzone jeszcze przed wojną próby pokazały, że n. p. przy każdym strzale 28 cm armaty morskiej o dużej mocy znajduje się w gazach prochowych z powodu ich dynamicznego działania 1/3 kg żelaza. Jest to najważniejsza przyczyna powiększenia się średnicy przewodu lufy.

Pomimo, że czas używalności luf działowych podczas wojny światowej był większy, niż przyjęto, jednak po długotrwałej bitwie częstokroć potrzeba było wymieniać lufy z powodu zużycia, w ilości do

30% stanu dział biorących udział w tej bitwie (np. doświadczenia w bitwach nad Soczą).

Jest to nadmierny procent zużycia, który może zagrażać pogotowiu bojowemu wojska w mniejszym lub większym stopniu, zależnie od możliwości wyrobu luf działowych w kraju.

Uszkodzenia normalne, które czynią lufę niezdatną do użytku są: rozdęcia i szczeliny. Powodują one natychmiastowe lub szybkie powiększenie się średnic przewodu, przyczem wymiary średnic prostopadłych względem siebie często znacznie się różnią. Takie różnice mogą przekroczyć 1 mm. W tym wypadku strzelanie należy wstrzymać. Szczeliny pokazują się jako cienkie ciemne linje, przyczem czasami można zauważyć ostre krawędzie i grad. Obojętne są: pojedyńcze wyrwy, znajdujące się w większej odległości od siebie, miejsca porowate i spłaszczenia pól.

Ścieranie metalu i spłaszczone pola mają dopiero wtedy wpływ na jakość lufy, jeżeli się stykają ze sobą, a wymiar ich jest większy niż szerokość pierścienia wiodącego; w takich wypadkach powstają wypalenia w przewodzie. Bardzo ujemny wpływ posiada rozdęcie lufy wtedy, jeżeli pocisk z tego powodu traci prowadzenie, t. zn., jeżeli rozdęcie przekracza wymiary w stosunku do zacisku objaśnione wyżej.

Najbardziej niebezpieczne są głębokie szczeliny w metalu, które mogą spowodować rozerwanie się lufy. Poznaje się je zawczasu z następujących objawów:

1. Średnice lufy powiększają się w kierunku poziomym i pionowym nierównomiernie i raptownie.

2. Poprzednio stwierdzone i nowe zjawiska, jak szczeliny i wypalenia, przedłużają się szybko i raptownie.

Ścisła obserwacja skonstatowanych poprzednio lub nowo powstających zjawisk daje zawsze możność stwierdzenia zawczasu niebezpiecznych szczelin w lufie, które mogłyby spowodować rozerwanie się lufy.

Wysuwanie się lufy rdzeniowej z obsady w kierunku klina zamkowego jest bez znaczenia, dopóki nie przeszkadza dobremu funkcjonowaniu zamka.

Ponieważ niebezpieczne zjawiska można poznać po szybkiem i raptownem powiększeniu się średnic przewodu, przyczem różnica dwóch średnic prostopadłych do siebie jest znaczna, należy zawsze mierzyć dwie średnice do siebie prostopadłe, przyczem jedna z nich powinna przechodzić przez miejsce uszkodzenia. Wymiary pionowe

otrzymuje się zawsze nieco większe niż wymiary mierzone poziomo; z tej przyczyny jest rzeczą pożądaną, po wymierzeniu jednego wymiaru, przekręciwszy lufę o 90°, przeprowadzenie mierzenia drugiego wymiaru. Naprzód mierzy się średnice brózd, na wszystkich stacjach, (odległości od wylotu) potem zaś średnice pól. Przy znaczniejszych różnicach i wymiarach na jednej stacji powtarza się mierzenie tak długo, dopóki trzykrotne następujące po sobie wyniki mierzenia tej samej stacji nie będą identyczne; średnią tych trzech mierzeń należy zaprotokółować.

Szczególnie duże różnice mierzeń otrzymuje się łatwo przy mierzeniu pól zapomocą palców „gwiazdy ruchomej" w pobliżu krawędzi pól, lub przy pomiarach luf o silnych wypaleniach. Mierzenie gwiazdą ruchomą wymaga wprawy, jest zatem pożądane, ażeby mierzenie takie wykonywała zawsze ta sama osoba, celem wyłączenia różnicy błędów indywidualnych.

Związek między sposobem strzelania a stopniem zużycia lufy nie da się streścić w krótkim artykule.

Z powyższych rozważań wynikają następujące wnioski:

1. Istniejące wzory określające zużycie lufy nie odpowiadają rzeczywistości.

2. Nie można określać zużycia lufy przez procentowe powiększenie komory ładunkowej.

3. Zasadniczą podstawą zużycia jest zmiana donośności i celności działa, której wielkość zależna jest od przepisów strzelania.

4. Dozwolone zużycie stawia granice dolnej wielkości zacisku.

5. Należy również brać pod uwagę bezpieczeństwo od anormalnych uszkodzeń wewnętrznych lufy.

Kpt. HAJDUKIEWICZ WITOLD.

ODBIÓR LUF DZIAŁOWYCH*).

Szereg współczesnych wybitnych metaloznawców, a między niemi i francuski profesor Guillet, twierdzą, że: *„W zdrowej stali proces starzenia się zauważyć można w znikomej mierze, natomiast w stali niezdrowej proces ten postępuje wyraźnie i niezwykle szybko“*. Logicznem więc będzie, że do obowiązków odbiorcy luf działowych należy w pierwszym rzędzie dopilnowanie wyrobu stali, t. j. kontrola przestrzegania zasadniczych warunków jej wyrobu. W poszczególnych rozdziałach niniejszego referatu postaram się omówić możliwie wyczerpująco te warunki. Przyznać trzeba, że obecnie, z braku pełnego doświadczenia, nie możemy dyktować warunków zakładom, natomiast możemy i musimy kontrolować, aby zakłady zobowiązań swoich nie lekceważyły i skrupulatnie wykonywały konieczne zabiegi, gdyż to da jedyną gwarancję wartości materjału użytego do wyrobu luf.

Chciałbym, aby referat niniejszy posłużył za temat do dyskusji i przyczynił się do stworzenia lub uzupełnienia podstawowych warunków technicznych i odbiorczych dla luf działowych.

I. Dozór wyrobu metalu.

Należy przedewszystkiem zażądać planu fabrykacji stali, który powinien zawierać wszystkie dane dotyczące tej fabrykacji, a mianowicie:

a) Jakość wsadu.
b) Rodzaj procesu (piec).
c) Skład chemiczny i wytrzymałościowy stali.
d) Ciężar i kształt bloka.
e) Sposób odlewu.

*) wg. odczytu wygłoszonego w Dep. Uzbr. w 1932 r.

f) Oględziny i oczyszczenie bloków.
g) Znakowanie bloków.

a) Materjał wsadowy powinien być wolny od wszelkich szkodliwych przymieszek, do których należy zaliczyć siarkę i fosfór. Wprawdzie w pewnych procesach metalurgicznych można powyższe zanieczyszczenia usunąć, jednak jakość stali nie powinna być narażona na mniej lub więcej udatną rafinację. Pod tym względem powinno się stwarzać jaknajmniejsze niebezpieczeństwo. Obecnie stosuje się szeroko w metalurgji, szczególnie na odpowiedzialne części konstrukcyjne, wsad ze stali miękkiej, prawie bezwęglistej, tak zwanej „żelazo Armko", które jest poza tem wolne od siarki. Obok powyższego wsadu dodaje się odpadki stali tego gatunku, jaki ma być w piecu wykonany.

b) W sprawie rodzaju procesu t. j. rodzaju pieca i sposobu prowadzenia samego wytopu, można zbyt wiele powiedzieć, co nieda się ująć w tak szczupłym zakresie, jakim jest niniejszy referat. Sprawa zdatności tego lub owego procesu wymaga poza tem głębokich studjów metalurgicznych i ścisłych prób, które jednak wymagałyby zbyt wiele czasu. Pod tym względem nie powinno się hut krępować i — raczej dać hutom możność szukania dróg najlepszych; samym zaś prowadzić jaknajskrupulatniejsze obserwacje. Wyrób stali na lufy działowe prowadzi się ostaniemi czasy wyłącznie w piecach elektrycznych o wyprawie kwaśnej, obsady zaś — w piecach martenowskich.

c) Sprawa składu chemicznego i własności mechanicznych odlewów stalowych do wyrobu luf działowych została zasadniczo przez poszczególne firmy rozwiązana i nie widać dążenia do poszukiwania nowych kombinacyj. Tak naprzykład: Zakłady Schneidera w Creusot używają do wyrobu luf działowych stali dwóch gatunków:

1-o Stal chromowa „FC" o zawartości 0,3 do 0,5% chromu, o wytrzymałości na rozerwanie 35 — 40 kg/mm², używana jest do wyrobu luf małego i średniego kalibru (40 — 150 mm).

2-o Stal niklowa „DC" o zawartości 0,5 do 2% niklu, mająca wytrzymałość na rozerwanie powyżej 40 kg/mm², stosowaną jest do wyrobu luf dużego kalibru (ponad 150 mm).

3-o Stal molibdenowa stosowana jest do wyrobu rdzeni wymiennych. Stal ta ma skład: C — 0,18%, Si — 0,2%, S — 0,02%, P — 0,2%, Mn — 0,6%, Ni — 2,7%, Cr — 0,7%, Mo — 0,17% i wytrzymałość na rozerwanie powyżej 75 kg/mm².

Austrjackie i niemieckie zakłady budują lufy działowe przeważnie ze stali chromoniklowych (Ni — 2,5 do 3%), rzadziej zaś ze stali niklowolframowej (Ni — 5%, W — 0,55 do 1,75%).

d) Bardzo ważna dla odbiorcy jest sprawa ciężaru i formy odlewu, gdyż dostawcy częstokroć starają się robić możliwie większe odlewy i to nie w celu ucinania większych odpadów z górnego i dolnego końca, lecz poto, aby wykuć z niego możliwie większą ilość sztuk. Dążenia takie są szkodliwe, gdyż późniejsze operowanie podczas kucia tak dużym blokiem, z obawy przed wystygnięciem, zmusza do szybkiego i mniej starannego kucia lub też ponownego podgrzewania. Tak jedno jak i drugie nie jest pożądane, dlatego też należy dopuszczać odlewy średniej wagi, pozwalające na odkucie najwyżej dwóch rur. Aby zabezpieczyć się przed brakiem lub nadmiarem metalu przy kuciu, można posługiwać się do obliczenia ciężaru odlewu układem tysięcznym, t. zw. „mise au mille" t. j. ustaleniem ciężaru odlewu potrzebnego na 1000 kg odkutego materjału. Praktycznie ustalono, że na każde 1000 kg odkutej lufy potrzeba 1500 do 1800 kg odlewu. Stosunek ten zależy naturalnie od sposobu kucia i warunków, stawianych samej lufie pod względem wytrzymałościowym. Przy obliczeniach powyższych powinno się brać pod uwagę ciężar dolnego i górnego odpadu, ustalony w warunkach technicznych i odbiorczych. Każdy zakład ma swoje uprzywilejowane formy odlewów, jakie drogą doświadczalną okazały się najwygodniejsze. Odbiorcy bardziej odpowiada odlew odwrócony t. j. blok o kształcie stożka odwróconego, bo jest to blok czystszy, ze względu na ułatwioną możność wypływania gazów i zanieczyszczeń. Forma odlewu, a także i wymiary odlewu powinny interesować odbiorcę, gdyż łączą się ze stopniem przekucia, określonym warunkami technicznemi. Mając więc w ręku plan przyszłego kucia luf, odbiorca łatwo może skontrolować możliwość dotrzymania przepisanego stopnia przekucia. Doświadczalnie ustalonem zostało, że dla luf pełnokutych należy przyjąć współczynnik przekucia od 3 do 4, natomiast dla luf kutych na wałku współczynnik ten spada do 2,5.

e) Długo trwająca dyskusja na tle sposobu odlewu zdaje się kończyć zwycięsko dla sposobu odlewu z dołu (syfonowego). I w samej rzeczy, jedyną ujemną stroną tego sposobu byłoby niebezpieczeństwo zawleczenia odpadków ceg.y lub gliny przez płynący strumień metalu, poza tem już wszystko przemawia na korzyść odlewu syfonowego, naturalnie pod warunkiem zachowania podstawowych zasad, t. j. należytego podgrzania wlewnicy i temperatury rozlewanego metalu. Sposób odlewania zgóry ma bardzo ujemną stronę, którą jest znacz-

ne utlenienie się metalu podczas odlewu wskutek rozprysku, a poza tem niemożliwość regulacji szybkości odlewu. Nie wchodząc głębiej w krytykę omawianych sposobów, podkreślam, że do obowiązku odbiorcy powinno należeć, by przestrzegano jak najdokładniejszej rafinacji metalu w piecu, aby przestrzegano czystości przewodów i samej wlewnicy oraz należycie podgrzewano nasady wraz z górną częścią bloka. Nie od rzeczy będzie w tem miejscu poruszyć sprawę bezpośredniego kucia po skrzepnięciu metalu. Chociaż kucie takie w zasadzie nie powinnoby pociągać w skutkach żadnej różnicy w wartości metalu, to jednak skłonny jestem do sprzeciwiania się temu precederowi, a to: po pierwsze ze względu na wielką wrażliwość rozżarzonego bloku podczas transportu, po drugie zaś ze względu na niemożliwość przeprowadzenia oględzin bloku i usunięcia wadliwych lub zanieczyszczonych miejsc.

f) Powierzchnia odlanego bloku powinna być do oględzin oczyszczona, lub jeszcze lepiej — wykwaszona. Wszystkie miejsca podejrzane o porowatość, pęknięcia i zanieczyszczenia muszą być wyrąbane. Korzystnem jest, jeżeli naturalnie dostawca na to się zgodzi, przeprowadzić kompletne obdarcie powierzchni bloka na głębokość 5 mm i ponownie go obejrzeć, co kompletnie zabezpieczy odbiorcę od braków powierzchniowych.

g) Odebrane bloki muszą posiadać widoczne znaki t. j. numer wytopu, datę wytopu, numer porządkowy bloku i cechę odbiorcy. Odebrane bloki muszą być złożone na uboczu i zabezpieczone od uderzeń lub zbytniego przewalania ich. Zasadniczo bloki te nie mogą być przenoszone, lub brane do kucia bez wiadomości i zgody odbiorcy.

2. *Kucie.*

Podobnie jak dla odlewu, tak dla kucia powinien być sporządzony plan. Plan taki winien zawierać dane co do ilości operacyj i sposobu ich prowadzenia:

a) Czas i temperaturę nagrzewu bloku dla przekucia.
b) Rodzaj i siłę przyrządu do kucia.
c) Ilość operacyj kucia wykańczalnego.
d) Wymiary ostateczne, stopień przekucia i stopień wykorzystania bloku.

Wiadomo, że głównym celem kucia jest rozdrobnienie struktury, szczególnie gdy przekuwa się surowy blok; ubocznym celem kucia jest nadanie kształtu. Gdyby całkiem nie zależało na przekuciu,

t. j. na rozdrobnieniu pierwotnej struktury, wtedy kucie z powodzeniem byłoby zastąpione odlewem już gotowego przedmiotu.

Rozpatrzmy więc warunki, które wpływają, lub mogą wpłynąć i to dodatnio lub ujemnie na wyniki kucia.

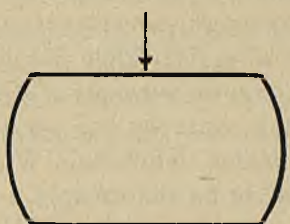
Ponieważ kucie ma na celu rozdrobnienie grubych kryształów, powstających w odlanym bloku podczas krzepnięcia, i rozdrobnienie to musi nastąpić w całym przekroju kutego bloka, zastanowić się należy nad siłą potrzebną do tej roboty.

Żywa siła, czyli energja uderzenia podczas kucia wyraża się wzorem $E = \frac{m v^2}{2}$, gdzie $m = \frac{G}{g}$ i oznacza masę młota, G — ciężar młota, g — 9,81 cm/sek^2 — jest przyśpieszenie ziemskie, v—jest szybkością uderzenia. Jak widać ważną rolę odgrywa masa spadającej części młota (będziemy ją nazywali babą) oraz szybkość. Ta ostatnia wpływa w kwadracie. Prawidłowe kucie wymaga, aby niezależnie od żywej siły E spadającej baby, ciężar jej nie przekraczał określonego minimum. Lekka baba bez względu na szybkość, z którą będzie spadała, deformować będzie tylko górną warstwę metalu, podczas gdy ciężka baba powoduje głębokie przenikanie siły uderzenia, a zatem i przekucia. Zjawisko to tłumaczy się różnicą czasu trwania ciśnień, spowodowanych uderzeniem lekkiej i ciężkiej baby. W samej rzeczy, przy uderzeniu górna warstwa metalu stawia opór R, który hamuje ruch baby. Gdy ruch ten dojdzie do zera, będziemy mogli określić czas uderzenia (nacisku). Górna warstwa ściśnięta siłą R udziela ciśnienia warstwie sąsiedniej i t. d., czyli przenosi się ono do wewnątrz. W masie sprężystej ciśnienie to odczułyby wszystkie warstwy bez wyjątku, ponieważ żywa siła nie zatraciła się na wykonanie deformacji. W masie plastycznej żywa siła całkowicie zużywa się na deformację, i dla tego też udzielanie ciśnienia sąsiadującym warstwom zależy od wypadkowej warstw poprzednich. Przejście nacisku z jednej warstwy do następnej odbywa się z pewną szybkością, zależną od rodzaju masy plastycznej, jasną więc rzeczą będzie, że im dłużej będzie trwał nacisk, tem głębiej on sięgnie, a tem samem spowoduje deformację metalu. Istotnie, czas uderzenia, czyli styku baby z metalem, dla masy m i m_1, padających z takiemi szybkościami, że $\frac{m v^2}{2} = \frac{m_1 v_1}{2}$, będzie większy dla większej masy. Przyjmując że masa m pada z szybkością v i spotyka się z oporem R, widzimy, że ruch jej zostanie zahamowany z przyśpieszeniem ujemnem $j = \frac{R}{m}$ i czas uderzenia

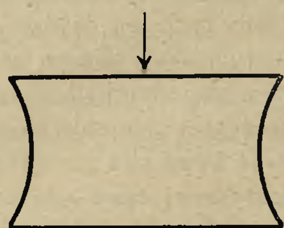
$t = \frac{v}{j} = \frac{m\,v}{R}$. Dla baby spadającej z szybkością v_1 czas uderzenia $t_1 = \frac{m_1\,v_1}{R.}$; stąd $\frac{t}{t_1} = \frac{m\,v}{m_1\,v_1}$, lecz $\frac{v}{v_1} = \sqrt{\frac{m_1}{m}}$, dlatego też $\frac{t}{t_1} = \sqrt{\frac{m}{m_1}}$, tj. czas uderzenia jest proporcjonalny do pierwiastka z ciężaru baby.

Z powyższego należy wnioskować, że wobec większej odporności stali przy kuciu, czas uderzenia w tych samych warunkach będzie mniejszy, a więc dla kucia stali należy stosować cięższe baby.

Szybkość rozpowszechniania się uderzenia w kutej masie jeszcze nie jest dostatecznie wyjaśniona, dla tego też drogą teoretyczną obliczyć ciężaru baby nie można, lecz praktycznie osiągnąć to można w sposób bardzo prosty, a mianowicie: jeżeli weźmiemy stalowy cylinder i będziemy kuli go młotem zbyt lekkim, to cylinder ten przyjmie formę jak na (Rys. 2). Widzimy, że w tym wypadku uderzenie w skutkach nie sięgało głębiej. Odwrotnie będzie wyglądał cylinder kuty dostatecznie ciężkim młotem (Rys. 1). Powstała beczułkowatość wskazuje, że ciśnienie sięgało głęboko i rozłożyło się w całej masie cylindra. Jeżeli



Rys. 1.



Rys. 2.

więc mamy do przekucia odlew, to drogą praktyczną możemy dobrać dostatecznie silny młot do przekucia, używając w tym celu próbki podobnej do bloka i sporządzonej z identycznego metalu. Prawo podobieństwa, sformułowane przez Kick'a brzmi jak następuje: *Wielkości prac użytych na identyczną zmianę formy ciał geometrycznie podobnych, w wypadku jednakowej struktury wewnętrznej, stoją do siebie w takim stosunku, jak objętości lub ciężary tych ciał.*

Pod identyczną zmianą formy należy rozumieć to, że ciała te po deformacji będą nadal do siebie podobne. Poza tem przy zupełnem podobieństwie tych ciał pod względem mechanicznym i chemicznym

konieczne jest zachowanie tożsamości w stosowanych szybkościach deformacyj.

Po rozpatrzeniu pracy młota, przejdę do omówienia pracy prasy hydraulicznej. Otóż robota wykonana przez prasę znacznie się różni od pracy młota. Prasa, jak wiadomo, najwięcej się nadaje do przekuwania bardzo ciężkich odlewów (20 — 50 t). Dla przykładu przytoczę obliczenia pracy młota i prasy według Gawrylenki. 100 tonnowy młot ma wysokość spadania baby 5 mtr. Ta wysokość spadania baby zostanie zmniejszoną do 3,5 m wskutek wymiaru bloka, t. j. 1,5 metra. Praca zużyta przy podniesieniu baby będzie = 100000 . 3,5 = 350000 kg. Ta sama więc praca została udzielona blokowi podczas uderzenia, jeżeli nie będziemy uwzględniali części pracy pochłoniętej przez tarcie i kontrparę. W tym wypadku głębokość przekucia bloku będzie zależała od plastyczności t. j. zdolności deformacyjnej metalu i powierzchni nacisku. Przypuśćmy, że przekucie w danym wypadku nastąpiło na głębokości 100 mm. Robiąc najwygodniejsze przypuszczenia dla młota, t. j. że cała praca została zużyta na deformację bloku, otrzymamy następujące równanie: 350000 = 0,1 p., gdzie *p* jest średniem ciśnieniem wywartem przez kowadło. Z powyższego możemy wywnioskować, że 100 tonnowy młot wywiera ciśnienie 3500 tonn, t. j. skutek działania jego będzie równał się skutkowi działania 3500 tonnowej prasy hydraulicznej. Jednak praca młota jest bez porównania krótszą od pracy prasy, dla tego też młot nigdy nie wywrze takiego efektu, jak równie silna prasa. Jeżeli do tego porównamy koszty młota i prasy, to cała przewaga będzie po stronie prasy. Gawrylenko podaje badania Sellersa, które dowodzą, że dla wykonania deformacji metalu pod prasą wymagana jest tylko $^1/_3$ część tego ciśnienia, jakie potrzebowałby młot. Nie ulega kwestji, że młot jedynie się tylko nadaje w wypadkach kucia lub sztancowania przedmiotów cienkich i o dużej powierzchni, dzięki właśnie możliwości gwałtownej swej szybkości przy sztancowaniu łatwo stygnącego metalu w matrycy. Jak nadmieniono powyżej, kucie kompletne składa się z deformacji zewnętrznej, polegającej na przesunięciu cząstek metalu dla nadania określonej formy i na deformacji wewnętrznej, zmierzającej do rozbicia kryształów pierwotnych t. j. do otrzymania najlepszej struktury. Dla zachowania drugiego konieczne jest bezwzględne przestrzeganie temperatury metalu przy kuciu 800° — 1200° C. Rozbijając przy kuciu pierwotną krystalizację, zmuszamy formujące się ziarna ferrytu, zmniejszone w kierunku ciśnienia, do układania się w kształcie prawidłowych włókien.

Wracając więc do spraw kuźniczych ściśle związanych z odbiorcą, poruszę pokolei wszystkie dalsze punkty programu kucia.

Ogrzewanie bloku przeznaczonego do odkucia lufy winno być przeprowadzone powoli i przy równomiernem podnoszeniu temperatury w piecu. Kucie luf ze stali chromowej lub chromoniklowej odbywa się przy temperaturze 1150° do 1200°. Skuteczność przegrzania lufy zależy oczywiście od czasu. Praktycznie ustalonem zostało, że blok przegrzewa się wgłąb około 100 mm na godzinę, stąd zawsze można zgóry przewidzieć czas do skutecznego przegrzania bloku. Kucie takie, a szczególnie kucie wykończalne, nie może być ukończone przy temperaturze wyższej niż krytyczna temperatura kutego materjału, t. j. 850°, a to ze względu na możliwość rekrystalizacji. Zwrócić trzeba uwagę także na ilość operacyj kucia, co ze względu na czas podgrzewania jest bardzo ważne, a mianowicie:

Czas podgrzewania lufy dla następnej operacji kucia musi być znacznie krótszy niż czas użyty dla operacji poprzedniej, ponieważ podgrzewanie takie powoduje przegrzanie, t. j. wzrost ziaren, co jest niepożądane gdy kucie nie jest dość głęboko sięgające.

Przy kuciu należy także zwrócić uwagę na ostateczne wymiary odkutej lufy, celem przestrzegania stopnia przekucia, który dla luf pełnokutych określa się współczynnikiem 3 — 4, dla luf zaś kutych na wałku 2,5 jako minimum. W wypadku gdy ucięcie odpadów odbywa się po skończonem kuciu, t. j. na gorąco, badanie złomu przeprowadza się jak podano poprzednio.

Kontrola ucięcia. Po skończonem kuciu lufy lub obsady następuje odcięcie górnego i dolnego odpadów. Operacja ta może być zrobioną na zimno lub na gorąco z tem jednak, że w każdym wypadku przekrój stanowiący około 50 mm², i to w samym środku, musi być pozostawiony do złamania. W ten sposób odbiorca może skontrolować, czy ucięcie jest dostateczne i czy niema ewentualnie pozostałości jamy usadowej.

Warunki odbiorcze francuskie przewidują ucięcie odpadów górnego i dolnego na 28% i 4% ciężaru bloku. Warunek ten podaje te dane jako minimalne, lecz odbiorca może żądać ucięcia większych odpadów, jeżeli będzie uważał to za potrzebne. Ostatniemi czasy rozpowszechnione jest badanie śladów jamy usadowej przy pomocy makrografji, a to z tego powodu, że w obrębie jamy usadowej znajdują się skupienia siarki i fosforu.

3. *Wyżarzanie.*

Podczas kucia obsady lub lufy zdarzyć się może, że temperatura opadnie w pewnych miejscach poniżej należnej temperatury kucia. W skutkach pociągnie to za sobą powstanie naprężeń kuźniczych, które powiększą się w miarę ostygania przedmiotu po kuciu. Poza tem w wypadku potrzeby powtórnego zagrzewania przedmiotu podczas kucia zajść może miejscowe nieznaczne przegrzanie. Celem usunięcia tych ewentualnych wad obróbki kuźniczej, powinno być wymagane wyżarzanie przedmiotu t. zw. normalizujące. W tym wypadku ogrzewa się przedmiot, w zależności od składu chemicznego, do temperatur od 800—900° tak długo, aby był ogrzany na wskróś i szybko ostudza się go na powietrzu lub w piecu do 400°, poczem studzi powoli. Celem uzyskania odpowiednio najszlachetniejszej struktury—przed hartowaniem zalecone jest wyżarzanie t. zw. „zmiękczające". W powyższym wypadku ogrzewa się przedmiot w zależności od objętości przez 3 do 10 godzin w temperaturze 680 — 700° i powoli studzi w popiele do temperatury poniżej 300°.

4. *Przygotowanie do obróbki termicznej.*

Odkute i wyżarzone elementy lufy podlegają obróbce mechanicznej poprzedzającej obróbkę termiczną. Celem tej obróbki jest usunięcie zbytecznej masy metalu i umożliwienie więcej równomiernego przenikania obróbki termicznej. Należy więc śledzić, aby grubość pozostawionej warstwy nie przekraczała 10 mm ponad wymiary ostatecznie wykończonego elementu; trzeba jednak przyjąć pod uwagę wypadki, kiedy zmuszeni jesteśmy zgodzić się na pozostawienie znacznej masy metalu, a to jedynie w celu zachowania równowagi materjału przy obróbce termicznej, naprzykład: broda obsady nie powinna być wykutą lub mechanicznie obrobioną, lecz wchodzić w masę pierścienia w grubszej części obsady i t. p.

5. *Próby wytrzymałościowe przed obróbką termiczną.*

Próby te są tylko informacyjne i służą do stwierdzenia w drodze porównawczej z próbami po obróbce termicznej, że obróbkę tę rzeczywiście materjał elementu przyjął. Warunki francuskie ustalają, że różnica pomiędzy temi próbami musi wynosić 5 kg na korzyść materjału obrobionego termicznie.

6. *Ulepszenie termiczne.*

Do procesów ulepszenia termicznego należy hartowanie i odpuszczanie. Ulepszenie może być jedno- lub dwurazowe, co zależy od doświadczenia huty, a co jest zdobywane przez długotrwałe obserwacje. Wszelkie ustalenie przepisów i włączenie ich do warunków odbiorczych lub zalecenia nie powinny nigdy zachodzić, by nie krępować inicjatywy zakładów. Lufa czy obsada przedstawiona do odbioru powinna jak najdokładniej odpowiadać stawianym warunkom wytrzymałościowym, w jaki zaś sposób huta do tego dojdzie, — musi być pozostawione hucie; szczególnie, jeżeli dotyczy to jej specjalnej dziedziny, jaką jest uszlachetnianie termiczne.

Nie od rzeczy będzie poświęcić tej sprawie jednak kilka słów. Uprzednio wyżarzaną lufę i mechanicznie obrobioną poddaje się następnie termicznemu uszlachetnieniu. W operacji uszlachetnienia odgrywają rolę następujące czynniki:

a) temperatura zagrzewania,
b) szybkość zagrzewania,
c) czas zagrzewania,
d) szybkość chłodzenia,
e) medjum chłodzące (woda lub oliwa),
f) sposób chłodzenia.

Przed hartowaniem dobrze jest lufę poddać żarzeniu zmiękczającemu. Żarzenie takie przeprowadza się w temperaturze między 660—680° przez sześć godzin, poczem wolno lufę studzi się z piecem.

Dzięki temu struktura lufy perlityczna przechodzi w strukturę perlitu (cementytu) kulkowego. Materjał o takiej strukturze daje się łatwiej i dokładniej zahartować.

Po tych zabiegach poddaje się lufę procesowi uszlachetnienia termicznego, t. j. hartowania i odpuszczania.

a) Temperatura zagrzewania ma doniosły wpływ. Od niej zależy, czy wszystkie składniki strukturalne przejdą w roztwór stały. Jest to bezwzględnie wymagane. Potrzebne jest przekroczenie temperatury t. zw. A_3 t, j. przejście z żelaza α w żelazo γ. W praktyce temperatura hartowania waha się około 830 — 850°.

b) Na szybkość zagrzewania powinno się zwrócić specjalną uwagę. Zasadą powinno być, — aby tyle ciepła dostarczono do metalu zzewnątrz, ile ciepła może przejść w głąb metalu. Różnica ogrzania pewnych części do temperatur wyższych powoduje, wskutek różnego wydłużenia metalu, powstawanie naprężeń, skrzywień lub nawet pęk-

nięć. Pożądane jest wolne podgrzewanie przedmiotu wpierw w piecu, w którym temperatura nie przekracza 400°. Następnie tak równomiernie nagrzany przedmiot należy przenieść do pieca o temperaturze właściwej hartowania. Im stale są bogatsze w dodatki stopowe, tem ostrożniej należy je ogrzewać.

c) Czas zagrzewania powinien być dokładnie oznaczony i dostosowany do grubości przedmiotu. Po uzyskaniu temperatury hartowania nawskróś w ogrzewanym przedmiocie, powinien on pozostać pewien czas w tej temperaturze, celem umożliwienia przebiegu reakcji, t. j. równomiernego rozpuszczenia się składników w krystalitach powstałego roztworu. Normalnie czas ten trwa, w zależności od wielkości przedmiotu, od 1 do 3 godzin od czasu uzyskania odpowiedniej temperatury.

d) Szybkość chłodzenia związana jest głównie z jakością zahartowanego materjału. Chcąc mieć stale te same szybkości studzenia, należy baczyć, by temperatura cieczy chłodzącej była ta sama.

e) Stosowanem medjum chłodzącem jest woda lub olej. Jedno i drugie zdobyło sobie prawo obywatelstwa z tem, że w większości zakładów stosowany jest olej. Woda jest szybko chłodzącym środkiem, dlatego też powoduje powstawanie większych naprężeń niż działanie oleju.

f) Podobnie jak zaleca się nadzwyczajną ostrożność celem równomiernego ogrzewania, tak samo ważne jest równomierne ostudzanie. Podczas studzenia przedmiot się kurczy, a jeżeli kurczenie się metalu nie będzie w każdym przekroju jednostajne, powstaną olbrzymie wprost naprężenia, które nie będą rozłożone równomiernie. Nie potrzeba uzasadnić, że takie naprzężenia doprowadzić mogą do pęknięcia przedmiotu, co znane jest z praktyki. W najlepszym wypadku nastąpi skrzywienie tuż po zahartowaniu, lub też utajone naprężenia hartownicze zwiększą się podczas odpuszczania, kiedy plastyczny metal ulegnie skrzywieniu, dając możność zaniku naprężeń.

Kończąc ten krótki opis termicznego uszlachetnienia chciałbym podkreślić, że niektóre zakłady ustaliły sobie zwyczaj podwójnego hartowania, przyczem pierwszy raz przedmiot jest hartowany w wodzie, drugi raz w oliwie.

Odpuszczanie. Przedmiot zahartowany powinien pozostawać w chłodzącej cieczy aż do całkowitego ostygnięcia. Następnie powinno się go w jak najkrótszym czasie poddać procesowi odpuszczania, by długo nie pozostawał w stanie największych naprężeń. Przedmiot, jakim jest obsada lub rdzeń, wkłada się do pieca, którego temperatu-

ra w zależności od wymaganych właściwości wahać się może od 630° do 680°. Czas ogrzewania dla takich objektów trwa 5 — 8 godzin. Po odpuszczeniu można przedmiot ostudzić na powietrzu lub w podgrzanej do 100° oliwie. Czas i temperatura każdego stadjum procesu termicznego powinny jak najdokładniej być w protokule uwidocznione.

7. *Badania wytrzymałościowe i metalograficzne po obróbce termicznej.*

Istotą tych badań jest stwierdzenie jakości materjału, t. j. określenie granicy jego sprężystości i wytrzymałości, odporności na uderzenie i przeginanie. Najważniejszym punktem dla tych badań jest stwierdzenie granicy sprężystości materjału, czyli jak ostatnio przyjęto, — granicy artyleryjskiej, t. j. obciążenia, które wywołuje trwałe odkształcenie próbki o 0,01%. Określenie tej ostatniej jest o tyle ważne, że na niej jedynie są oparte obliczenia wytrzymałościowe lufy. Rozpiętość pomiędzy granicą artyleryjską a zerwaniem ważną jest tylko ze względów na bezpieczeństwo. Ustalonem więc zostało, że granica artyleryjska musi wynosić mniej więcej $^2/_3$ wytrzymałości tegoż materjału. Poza tem przeprowadzane są badania metalograficzne i makroskopowe, mające wyjaśnić stan zanieczyszczeń i strukturę materjału. Nie będę zastanawiał się nad temi badaniami szczegółowiej, gdyż idą one utartym trybem, i w ostateczności nawet przy najdodatniejszych wynikach tych wszystkich badań odbiorca niema stuprocentowej pewności, że lufa ta bezwarunkowo nadaje się, a co dopiero wyjaśni się po strzelaniu przy zwiększonem ciśnieniu. Istotnie, jest rzeczą wiadomą, że w każdym przekroju i każdej warstwie metalu otrzymujemy odmienne dane wytrzymałościowe nawet przy najstaranniejszych zabiegach przy odlewie, kuciu i obróbce termicznej. Prawdopodobieństwo identyczności spada niezmiernie przy zabiegach mniej starannych, a szczególnie prowadzonych przez mało doświadczonych ludzi. Dlatego też należy kłaść główny nacisk na dozór odbiorcy przy odlewaniu, kuciu i obróbce termicznej, gdyż to tylko wpływa na prawdopodobieństwo późniejszych badań i to będzie stanowiło główną wartość dostarczonych luf działowych. Mylnym jest pogląd, że zadaniem odbiorcy jest przedewszystkiem sprawdzenie wymiarów, a to dlatego, że tolerancje ustalone dla sprzętu artyleryjskiego są drobnostką dla nowoczesnych precyzyjnych obrabiarek. Na dowód powyższego mogę przytoczyć jeden z kilkunastu wypadków. Do zakładów produkujących lufy działowe dostarczono dwie obsady i jed-

ną rurę rdzeniową stanowiące jeden wytop. Z każdego z tych objektów pobrano aż po 28 próbek, które dały wyniki dodatnie. Obsadzona i wykończona rura rdzeniowa po strzelaniu odbiorczem miała ledwie znaczne pęknięcie w komorze ładunkowej, co było przedmiotem sporu pomiędzy odbiorcą i dostawcą co do charakteru tej rysy, bo również mogła powstać ona od kroszera. Postanowiono ostrzelać tę lufę ponownie ładunkami wzmocnionemi. Po tem strzelaniu rysa ta sięgała już do połowy komory i wyraźnie zdradzała pęknięcie. Rura ta została wybrana i pocięta dla szczegółowych badań. Badania wykryły dużą ilość pęknięć wewnętrznych i ogromne zanieczyszczenia żużlem, z których wysypywał się wprost popiół. Na podstawie takich wyników odbiorca zażądał rozcięcia dwóch obsad z tegoż wytopu, których obróbka mechaniczna była już na ukończeniu a oględziny zewnętrzne nie wykryły żadnych wad. Po rozcięciu okazało się, że obie obsady posiadały wewnętrzne pęknięcia. W takich wypadkach sytuację ratuje jedynie współczynnik bezpieczeństwa, który niestety wyraża się w postaci nadmiernego ciężaru lufy. Lecz przy obecnym systemie badań nie może być mowy o zmniejszeniu ciężaru lufy lub powiększeniu jej donośności kosztom współczynnika bezpieczeństwa. Jedyną więc i racjonalną próbą odbiorczą dla luf działowych będzie próba na wytrzymałość pod ciśnieniem. Próba taka jest nawet pożyteczna dla samej lufy, gdyż odkształca, czyli wzmacnia miejsca słabsze. O ogólnem samowzmocnieniu lufy nie może być mowy dotąd, dopóki nie będziemy w posiadaniu absolutnie jednorodnego materjału chociażby pod względem wytrzymałościowym. Nie od rzeczy będzie poruszyć sprawę odbioru i pod względem ekonomicznym. Dotychczasowy system odbioru pozwala na wykrycie ukrytych wad dopiero po strzelaniu odbiorczem, t. j. kiedy lufa jest już całkowicie wykończona, a wykończenie stanowi gros kosztów całe lufy. Wykrycie więc wad po strzelaniu pociąga za sobą ogromne straty, szczególnie przy lufach złożonych, gdyż wady w jednym z elementów powodują przeważnie odrzucanie elementu drugiego. Ważne to jest ze względu na przemysł krajowy.

8. *Przygotowania do nałożenia obsady.*

Zaciskanie konstrukcyjne nie może przekraczać 1,7 mm na metr, w praktyce zaś zaciskanie to nie przekracza 1,2 mm. Obliczanie zaciskania nie jest sprawą skomplikowaną, dla tego też nie będę nad tem zastanawiał się. Ważniejszem jest—praktyczne osiągnięcie te-

go zaciskania. Przygotowania do dopasowania dwóch średnic, t. j. wewnętrznej średnicy obsady do zewnętrznej średnicy lufy rozpoczyna się od obsady, poczem już wymiary zewnętrzne lufy dopasowuje się do otrzymanych wymiarów obsady. Odbiorca musi więc sprawdzić wewnętrzne wymiary obsady i przekonać się, czy poszczególne średnice nie różnią się od siebie ponad 0,02 mm., czy niema na powierzchni wad materjałowych i zbadać stopień oszlifowania. Pomiary średnic należy robić co 50 mm. pionowo i poziomo, obliczając każdorazowo otrzymany zacisk. Tak przejrzane lufy rdzeniowe i obsady odbiorca zwalnia do obsadzenia.

9. *Zabiegi przy obsadzaniu.*

Dla obsadzania rury rdzeniowej, obsada może być podgrzaną w trojaki sposób:

a) gorącem powietrzem z pieca węglowego,
b) w piecu elektrycznym,
c) w piecu gazowym.

Naturalnie, że najwygodniejszym jest oporowy piec elektryczny, dzięki możliwości doskonałej regulacji temperatury i swej czystości. Temperatura podgrzewania obsady zależna jest od wielkości zacisku konstrukcyjnego, jednak w żadnym wypadku nie powinna przekraczać temperatury odpuszczania minus 100°. Wychodząc z założenia, że obsada powiększa się w swej średnicy o 1 mm. na metr. na każde 100°, możemy łatwo obliczyć potrzebną temperaturę. Przed włożeniem lufy do obsady, szlifowana część lufy powinna być dobrze nasmarowaną tawotem, by ułatwić powstające przy stygnięciu kurczeien się obsady. Dla tych samych przyczyn, o których była mowa powyżej, należy żądać przestrzegania tolerancyj w sąsiadujących średnicach i — dobrego szlifowania. Nieprzestrzeganie tych warunków powoduje przy strzelaniu wysuwanie się rdzenia z obsady, co wskazuje na niezakończony proces kurczenia się obsady wskutek silnego tarcia źle oszlifowanych powierzchni lub wskutek znacznej różnicy średnic. Złożona lufa powinna ostygać powoli bez przeciągów, lub sztucznego chłodzenia.

10. *Pomiary po obsadzeniu.*

Dla kontroli skuteczności zacisku konstrukcyjnego decydującemi są jedynie tylko wyniki pomiarów ostygniętej lufy i obsady. Normal-

nie po obsadzeniu średnica lufy zmniejsza się przy zwiększeniu długości, natomiast odwrotnie zmieniają się wymiary obsady, która musi mieć zwiększoną średnicą i zmniejszoną długość.

11. Pomiary przewodu przed strzelaniem.

Pomiary te przeprowadza się przy pomocy sprawdzianów i „gwiazdy ruchomej". Celem tych pomiarów jest sprawdzenie dokładności obróbki i przygotowanie materjału porównawczego dla pomiarów po strzelaniu. Zwrócić należy uwagę na tolerancje sąsiadujących średnic w części gwintowej przewodu lufy. Jeżeli istniejące tolerancje są za duże, pocisk posuwa się nierównomiernie, zużywając znacznie szybciej przewód lufy. Różnica sąsiadujących średnic na polach musiałaby być ograniczoną do 0,02, a na bróżdach do 0,03 mm. Należy także zwrócić uwagę na sposób wykończenia części gwintowanej przewodu lufy. Nie powinna ona posiadać najmniejszych zadr, rys, plam, a nawet śladów poprzecznego szlifowania. Brzegi pól powinny być lekko zaokrąglone.

12. Strzelanie odbiorcze.

Strzelanie to przeprowadza się według warunków odbiorczych i służy przeważnie do skontrolowania wytrzymałości całego zespołu działa. Dotychczasowa konstrukcja luf stosunkowo ciężkich, a przeto z dużym zapasem bezpieczeństwa, nie zmuszała odbiorców zwracać szczególnej uwagi na ostrzelanie samej lufy. Teraz, gdy powstała tendencja budowy luf lekkich, lecz pracujących pod wysokiem ciśnieniem, — kwestja ostrzeliwania takich luf, a szczególnie samowzmocnionych, wymaga głębszego zastanowienia się nad nią. Okazało się, że lufy samowzmocnione przy strzelaniu odbiorczem ulegają odkształceniom stałym. Firmy budujące te lufy zapewniają, że odształcenia te po pewnej bliżej nieokreślonej liczbie strzałów ustają; z tem się można zgodzić, bo stabilizacja materjału lufy rzeczywiście następuje, prawdopodobnie z dwóch powodów, a mianowicie: wskutek dodatkowego samowzmocnienia i z tego powodu — powiększenia się średnicy przewodu oraz w wyniku tegoż ze zmniejszenia się zacisku pomiędzy przewodem a pierścieniem. Nie od rzeczy więc będzie przytoczyć pewne doświadczenia, które rzucają światło na te zagadnienia.

Z wykresu konstrukcyjnego wytrzymałości poprzecznej lufy i z wykresu krzywej ciśnienia gazów spalinowych ładunku miotające-

go wnioskujemy o warunkach strzelania odbiorczego, które powinno nam dać gwarancję jakości lufy.

Technika budowy luf działowych dotychczas uważa jako zasadniczy warunek odbiarczy lufy działowej wypróbowanego wzoru — oddanie jednego lub kilku strzałów wzmocnionych. Zaprotokułowanie największego uzyskanego ciśnienia gazów wzmocnionego ładunku miotającego jest według dzisiejszych wymagań świadectwem próby wytrzymałościowej nowej lufy działowej.

Dawniej byłem tego samego zdania, lecz od pewnego czasu spotkałem się z nową teorją, z którą początkowo absolutnie nie mogłem się pogodzić*), lecz znalazła ona swe praktyczne potwierdzenie w wielu dokonanych doświadczeniach.

W pierwszym rzędzie stało się dla mnie jasnem, że o odbiorze lub odrzuceniu lufy działowej może decydować zjawisko z którem się dotychczas nikt nie liczył. Konstruktorzy luf obliczają wytrzymałość poprzeczną zależnie od ciśnienia gazów i nie słyszałem, aby ktokolwiek obliczał wytrzymałość poprzeczną lufy na ciśnienie promeiniowe pierścienia wiodącego na przewód lufy, nazwane przez inż. Denka „ciśnieniem zaciskania pierścienia wiodącego". Lufy wykonane w/g danych konstrukcyjnych ze stali, odpowiadającej warunkom technicznym nawet z zapasem, mogą okazać się dobremi lub złemi podczas strzelania odbiorczego, niezależnie od ciśnienia gazów, lecz zależnie od spółczynnika zaciskania pocisków użytych do strzelania. Śmiało bowiem można twierdzić, że spółczynnik zaciskania jest obecnie zupełnie przypadkowy dla każdego pocisku. Nie znam krajowych ani zagranicznych warunków technicznych, ani też najmniejszej wzmianki w literaturze fachowej, normującej własności pierścienia wiodącego pocisku pod kątem spółczynnika zaciskania, czyli zdolności rozpychania lufy. Wymagania warunków technicznych dotyczących próby ostrzału luf nie zupełnie odpowiadają rzeczywistości. Wymagamy bowiem, aby pomiary przewodów po strzelaniu odbiorczem zgadzały się co do 2/100—3/100 mm. dokładności z pomiarami przewodu tej samej lufy przed strzelaniem odbiorczem. Tolerancję 2—3/100 mm. nie należy uważać za miarę dopuszczalnych odkształceń trwałych przewodu. Autorzy war. techn. mieli na względzie przy ustaleniu tych tolerancyj błędy pomiarów przyrządu do mierzenia przewodów. War. techn. kładą cały nacisk na poddanie

---

*) Autor ma na myśli teorję, poruszoną w artykule inż. Denka — Wiad. Techn. Art. 32 r., Nr. 13, str. 42.

lufy podczas próby ostrzału jaknajwiększemu ciśnieniu gazów, nie wspominają jednak nic co do jakości pierścienia wiodącego pocisków do próby ostrzału. Mogę więc śmiało twierdzić, że znane mi wypadki kwestjonowania luf rdzeniowych, oraz zabrakowania koszulek do luf działowych — wskutek otrzymanych odkształceń trwałych przewodu przy strzelaniu odbiorczem lub fabrycznem, niesłusznie przypisywano brakowi wytrzymałości, lub wadliwości stali użytej do wyrobu tych luf; raczej należy przypuszczać, że kwestjonowanie tych luf trzeba przypisać użyciu do ostrzału pocisków o niewłaściwem dla danych luf opierścienieniu.

Zagadnienie wpływu pierścienia wiodącego na wytrzymałość poprzeczną lufy działa w sposób wyjaśniony przez inż. Denka ma pierwszorzędne znaczenie teoretyczne. Korzyści zaś praktyczne, jakie dotychczas z tego wynikły są już znaczne, jednak będą ogromne, jeżeli na podstawie dotychczasowych prac zdoła inż. Denk uniezależnić opierścienie pocisków od elektrolitycznej miedzi i zastosować pierścienie wiodące ze zwykłego miękkiego żelaza handlowego, któreby nie więcej zużywały lufy niż pierścienie miedziane dające spółczynniki zaciskania do 0,005.

Twierdzenie, że odkształcenie przewodów luf działowych podczas strzelania odbiorczego należy przypisać za twardym pierścieniom wiodącym pocisków, było dotychczas bezwzględnie zwalczane przez techników uzbrojenia.

(Twardość pierść. wiod. ma wielki wpływ na wartość spółczynnika zaciskania. Dla twardości w granicach 20° Brinella odpowiada około 15 do 20/10000 zmiany wielkości spółczynnika zaciskania).

Nikt nie może brać nam za złe, że początkowo zwalczaliśmy omawianą teorję, opieraliśmy się bowiem:

1) na dotychczas znanych naukowych wiadomościach,
2) na długoletnich doświadczeniach i tradycji pierścienia wiodącego, wykonanego z czystej elektrolitycznej miedzi,
3) na wprost nieprawdopodobnem tłumaczeniu zjawiska.

Nie nasza wina, że badacze zagraniczni fałszywie interpretowali wyniki swoich doświadczeń, przypisując odkształcenia się przewodów luf przy pierwszem strzelaniu zjawiskom balistycznego samowzmocnienia, spowodowanego bądź ciśnieniem gazów wybuchowych, bądź niejednolitością stali pod względem własności mechanicznych. Wszyscy oni twierdzą, że zjawiska odkształcenia przewodu lufy pierścieniem wiodącym nie znają, natomiast przypisują odkształcenia jedynie ciśnieniu gazów. Dotyczy to znanych wzorów pocisków

pod warunkiem, że pierścienie wiodące są wykonane z czystej miedzi i posiadają prawidłowe wymiary. W rzeczywistości jednak tak nie jest. Osobiście przekonałem się, że nawet zmniejszone wymiary np. 75 mm granatu wz. 17 mogą spowodować odkształcenie przewodu przy pierwszym ostrzale lufy dz. wykonanej z dobrej stali. To zjawisko zauważyłem przy strzelaniu ładunkiem prochu US3 zaledwie 200 gr. tak, że o wpływie ciśnienia mowy być nie mogło.

Omawiana teorja wyjaśnia logicznie cały szereg zjawisk. W pierwszym rzędzie wskazuje na przyczynę odkształcenia się wylotów nowych luf przy pierwszem strzelaniu. Po drugie wyjaśnia, dlaczego strzelanie odbiorcze przeprowadzone szrapnelem wz. 97, bez względu na jakość opierścienienia, nie wykazuje odkształceń wylotu ponad 0,03 mm. gdy np. granat wz. 17 przy indentycznem opierścienieniu wywołuje odkształcenie wylotu ponad 0,1 mm. i dochodzące do 0,18 mm. Po trzecie wyjaśnia, dlaczego tak zwany miękki pierścień wiodący o twardości w stopniach Brinella najwyżej 75° nie odkształca, a tak zwany twardy pierścień wiodący o twardości dochodzącej do 100° Brinella odkształca przewód nowej lufy przy strzelaniu odbiorczem.

Należy bowiem pamiętać, że współczynnik zaciskania $\psi = 0{,}00266$ (zacisk 0,20 mm, kaliber 75 mm) uzyska się granatem wz. 17, o ile jego pierścień nie posiada twardości ponad 75° Brinella, a $\psi = 0{,}0047$ dla twardości paska około 95° Brinella (zacisk 0,35 mm).

Warunki techniczne odbioru luf 75 mm. wz. 97 przedstawiają wobec powyższego pewne braki.

Dla próby strzelania odbiorczego przewidują one ciężar ładunku prochu i ciśnienie dla ładunku wzmocnionego, oraz podają jako przepisowy ciążar pocisku — ciężar szrapnela wz. 97. Natomiast nic nie jest powiedziane, jakim pociskiem ma być przeprowadzone strzelanie odbiorcze. Logicznie biorąc należałoby przeprowadzić te strzelanie szrapnelem wz. 97, jako odpowiadającym przepisanemu ciężarowi pocisku. Wynik takiego strzelania bez względu na opierścienienie będzie zawsze dodatni, w oddziałach zaś te same lufy przy strzelaniu granatem wz. 17 i 15 o wysokich współczynnikach zaciskania, ulegną wielkim odkształceniom i szybkiemu zużyciu. Ten jeden przykład dobitnie wskazuje, jak niewłaściwie ujęte jest zagadnienie próby nowych luf ostrzeliwaniem. Należy ponadto nadmienić, że pociski o współczynnikach zaciskania około 0,005 wymagają w/g inż. Denka luf, wykonanych ze stali o Ga powyżej 60 kg. na mm², jeżeli

nie chcemy uzyskać podczas pierwszego strzelania żadnych odkształceń.

13. Pomiary przewodu lufy po strzelaniu.

W rozdziale o strzelaniu odbiorczem wyjaśniłem możliwie wyczerpująco przyczyny odkształceń nie uznawane dotychczas przez rzeczoznawców. Nie wyklucza to jednak możliwości powstania odkształceń i pod wpływem ciśnienia gazów.

Doświadczenia praktyczne przy pomiarach przewodów luf po strzelaniu dają możliwość wyraźnego odróżnienia przyczyny powstania ewentualnych odkształceń.

Odkształcenia powstałe pod wpływem ciśnienia gazów mają charakter przeważnie lokalny, w formie miejscowego rozdęcia lub miejscowego jednostronnego wypaczenia.

Odkształcenia powstałe pod wpływem pierścienia wiodącego rozkładają się systematycznie wzdłuż całego przewodu lufy, zwiększając się ku jej wylotowi. Najwięcej charakterystycznym jest fakt, że odkształcenia na polach przewodu są zawsze większe niż na brózdach, co świadczy, że nie mogło stać się to pod wpływem ciśnienia gazów, które rozkłada się przecież równomiernie na każdy mm^2 przewodu.

Mjr. inż. MROCZKOWSKI STANISŁAW.

KOREFERAT W SPRAWIE ODBIORU LUF DZIAŁOWYCH.

W odczycie swoim o odbiorze luf działowych p. kpt. Hajdukiewicz przedstawił przebieg procesu przygotowania stali, podał cały szereg wskazówek, jak otrzymaną stal należy ulepszyć przez zastosowanie takiego czy innego współczynnika przekucia, oraz — cieplnej obróbki; podkreślił rolę odbiorcy wojskowego przy kontrolowaniu powyższych zabiegów; przedstawił szczegółowo dalszy los przygotowywanej lufy oraz kłopoty odbiorcy przy kwalifikowaniu otrzymywanych wyników prób z powodu nieścisłego i niezupełnie zgodnego z życiem brzmienia warunków technicznych.

Nie będę zabierał głosu w sprawie przygotowania stali, chciałbym tylko od siebie dać pewne wyjaśnienia, co do powstania i przebiegu oraz stanu obecnego sprawy nadmiernych rozdęć luf, powstałych pod wpływem twardych pierścieni wiodących.

Dla jasności i porządku zacznę od tego, co nam wszystkim jest dobrze wiadome, a mianowicie, że dążeniem konstruktora broni jest osiągnięcie jaknajwiększej celności strzału. Celność ta zależy od szeregu warunków, którym powinna odpowiadać amunicja wogóle, a w szczególności pocisk.

Przy omawianiu kwestji twardych pierścieni interesują nas w pierwszym rzędzie 2 warunki, a mianowicie:

1) dobre uszczelnienie komory ładunkowej od strony wylotu lufy, aby produkty spalania się prochu nie uciekały przez szczeliny pomiędzy ściankami lufy, a pierścieniem wiodącym, gdyż

od tego zależy równomierność energji wylotowej danej serji strzałów.

Uwaga: Uszczelnienie od strony zamka zapewnione jest przez odpowiednią konstrukcję, albo zapomocą t. zw. uszczelniacza plastycznego, albo zapomocą łuski.

2) Dobre prowadzenie pocisku w gwintach zapewniające jego stateczność na torze.

Oba te warunki stanowią poważny czynnik zmniejszający, nieunikniony zresztą z innych przyczyn, rozrzut pocisków.

Pewność, że pierścień będzie szczelnie zamykał lufę i dobrze prowadził pocisk, można osiągnąć jedynie przez dobre jego wykonanie.

Pierścień wiodący będzie dobrze wykonany, jeżeli wypełni całkowicie gwinty przewodu lufy i nada pociskowi konieczny dla stabilizacji ruch wirowy.

Wypełnić gwinty lufy może pierścień i z miękkiej miedzi, ale nadać pociskowi ruch wirowy i nie spowodować przy tem ścięcia odcisków brózd, powstających na pierścieniu, lub nie pozwolić pierścieniowi przekręcić się na pocisku (w którym to wypadku pocisk, skutkiem bezwładności, pozostałby w pierwotnem położeniu, a więc nie osiągnąłby należytego ruchu wirowego), może tylko pierścień dostatecznie utwardzony i dobrze osadzony na moletach rowka.

Stąd też w warunkach techn. na pociski tak u nas, jak i w innych państwach, tkwi postanowienie, że pierścień musi być dobrze osadzony na pocisku i po strzelaniu wykazywać wyraźny odcisk gwintów.

Na zasadzie powyższego przepisu gnietliśmy pierścienie na pociskach może cokolwiek nad miarę.

W 1926 r. w Memorial d'Artillerie Français w artykule pp. Garvin i Portevin znajdujemy uwagę, że zgniot miedzi przy obsadzaniu pierścieni wiodących nie powinien przekraczać 30%. Chodzi tu o t. zw. objętościowy współczynnik zgniotu.

Uwaga: Wada zbytniego zgniatania miedzi na pierścieniach wiodących powstała, prawdopodobnie, przy wprowadzeniu pierścieni z rur i — maszyn hydraulicznych do ich zaciskania.

Kiedy stosowano do wyrobu luf materjał o wysokiej wytrzymałości (R dla koszulek od 95 do 120 kg/mm^2, dla rdzeni min. 85 kg/mm^2; przy Qr dla rdzeni min. 50 kg/mm^2 i E dla koszulek 85 kg/mm^2), otrzymywano wprawdzie czasem lufy rozdęte, ale bardzo rzadko, co przypisywano oczywiście działaniu ciśnienia gazów.

Po zastosowaniu materjału w/g warunków technicznych na lufy, które dopuszczają dla granicy płynności Qr tylko 40 kg/mm², zaraz pierwsza partja luf z niego zrobiona została przy strzelaniu odbiorczem zakwestjonowana, z powodu odkształceń trwałych, przekraczających dopuszczalne warunkami technicznemi tolerancje. (Przyjęto więc obecnie podwyższoną granicę sprężystości).

Po otrzymaniu odkształceń został sprawdzony ładunek prochu, użytego do strzelania rozdętych luf i zaczęto badać stal na lufach, przewidując, że przyczyna leży w jej niedostatecznej dobroci, i wówczas p. inż. Denk, na podstawie sporządzonych wykresów deformacyj luf, które swoją prawidłowością i jednostajnością dla wszystkich luf danego kalibru i rodzaju nasunęły mu przypuszczenie, że przyczyną rozdęć może być co innego, a nie nadmierne ciśnienia gazów, — zajął się badaniem miedzi.

Prawda, jak zwykle, leżała pośrodku.

Materjał na lufach był bardzo niejednolity i w wielu miejscach lufy cechy sprężyste stali były niższe niż minimum francuskie.

Z tego właśnie powodu nastąpiły odkształcenia trwałe, chociaż ich przyczyną w danym wypadku było nie ciśnienie gazów prochowych, a duża twardość pocisków miedzianych, czego, według mnie, dowiódł zupełnie wyraźnie inż. Denk na zasadzie wspomnianego wyżej nadzwyczaj jednolitego we wszystkich lufach rozłożenia się odkształceń, jak również i przez szereg doświadczeń, w których wykazał, że bez względu na ciśnienie gazów, a tylko w zależności od twardości pierścienia może lufę zdeformować, lub też zachować jej wymiary, poprzedzające strzelanie.

Obie te wady, to jest marna stal i twarda miedź, zbiegły się i pozwoliły wysunąć nową tezę, że miedź może odkształcać w pewnych warunkach stali, i że wobec tego lufę należy obliczać nie tylko na ciśnienie gazów, ze względu na niebezpieczeństwo rozerwania się jej, ale i na zacisk miedzi, ze względu na zbyt szybkie zużycie się lufy.

Próby w tym kierunku przeprowadzono w Inst. Bad. Mat. Uzbr. i stwierdzono, że miedź jest plastyczna tylko do pewnej granicy. Prawdopodobnie granica ta zależy od szybkości, z jaką miedź jest zgniatana, a więc od czasu, który pozostawiono jej dla odpłynięcia na boki, oraz od miejsca dokąd ma możność odpłynąć.

Należałoby więc zbadać właściwości miedzi w tym kierunku i wyszukać prawa, któremi się ona kieruje, a wtedy możnaby zupełnie ściśle ustalić konstrukcję pierścienia wiodącego, przy której dałoby

się osiągnąć należyte zabezpieczenie prawidłowości ruchu pocisku w lufie przez odpowiednie osadzenie pierścienia, a jednocześnie uniknąć nadmiernego utwardzenia się miedzi przy przejścu przez gwinty.

Można oczywiście, przeprowadzając szereg prób, ustalić ilość i wymiary rowków, które trzebaby wytoczyć na pierścieniu wiodącym i w które mógłby swobodnie odpłynąć przy przejściu przez lufę nadmiar miedzi, nie utwardzając się zbytnio i nie deformując lufy.

W kierunku zmiany konstrukcji pierścienia wiodącego należałoby pójść, żeby zabezpieczyć sobie pewną i celną amunicję, nie utrudniać zaś zbytnio produkcji pocisków i kontroli ich dobroci i nie doprowadzać do zbyt szybkiego zużycia luf, tembardziej jeżeli w czasie wojny będziemy zmuszeni, z powodu ewent. braku dobrych materjałów, używać do wyrobu luf stal o niższych wytrzymałościach.

Zmodyfikowanie obecnego sposobu osadzania pierścieni w kierunku zastosowania miedzi w stanie mniej zgniecionym, bez należytego zbadania jej własności uprzednio, może albo bardzo skomplikować fabrykację pocisków, albo też utrudnić kontrolę osadzania pierścieni i co za tem idzie dopuścić możliwość, że będą one spadały lub przekręcały się na pocisku.

Zapatrywania inż. Denka, polegające na tem, że słabo osadzony pierścień dociska się w lufie sam, daje się zastosować, i to tylko w w pewnym stopniu, jedynie do pocisków, które są oddzielnie ładowane do komory nabojowej lufy i które można pchnąć do stożka przejściowego, czyli że pierścień w chwili ruszenia pocisku z miejsca, zaciska się sam dodakowo w gwintach lufy i może zapewnić dobre prowadzenie pocisku.

Pociski połączone w naboje zespolone z łuską, których pierścień wiodący musi być, ze względu na trudność zamykania zamka, mniej lub więcej oddalony od początku gwintów, w zależności od długości łuski lub wypalenia się stożka przejściowego, mogą gubić słabo osadzone pierścienie przy uderzeniu z pewną szybkością o początek gwintów lufy, zanim zostaną w tychże gwintach dostatecznie zaciśnięte.

Porównawcze próby strzelania twardych i miękkich pierścieni wykazały większą celność twardych pierścieni, jednakże przy donośności cokolwiek mniejszej, natomiast pierścienie miękkie dają donośność większą, ale za to i rozrzut większy, co się objaśnia mniejszem tarciem w lufie, ale i mniejszą prawidłowością lotu.

Jeżeliby zmiana konstrukcji pierścienia wiodącego nie dała się przeprowadzić z jakichkolwiek przyczyn, czego nie przypuszczam,

to z wyżej wymienionych powodów uważałbym za więcej polecenia godne pójść po linji wzmocnienia materjału lufy niż osłabienia pierścienia wiodącego.

Dla ostatecznego zadecydowania tej sprawy pożytecznem byłoby przeprowadzenie porównawczej kalkulacji kosztów, jakie pociągnęłoby za sobą wzmocnienia materjału lufy z jednej strony i ewentualne podrożenie produkcij pocisku, z powodu zastosowania specjalnych sposobów fabrykacji miękkich pierścieni i kontroli ich dobroci—z drugiej strony.

Przypuszczam, że wypadnie to na korzyść luf, tembardziej, że ich będzie zawsze kilkanaście tysięcy razy mniej niż pocisków i że charakter fabrykacji luf nie będzie masowym tak, jak to jest przy fabrykacji pocisków.

Możnaby jeszcze przestudjować sposób, który przy pozostawieniu amunicji w stanie obecnym, t. j. twardej, umożliwiłby zabezpieczenie się przed jej ujemnem działaniem na lufę przez zmianę sposobu fabrykacji luf, wprowadzając przed ostatecznem wykończeniem lufy przeciąganie trzpienia utwardzonego, któryby powodował rodzaj zgniotu wewnętrznych warstw lufy i utwardzał je, co znane jest zresztą z fabrykacji luf bronzowych, robionych z materjału zwanego „Stalbronze" i stosowanego w Austrji na lufy wz. 75 i 80 r.

W Austrji były robione próby strzelania normalnemi pociskami z luf gotowych, lecz wykonanych na wymiar mniejszy niż ich kaliber, jednakże rezultaty, ze względu na otrzymanie nadmiernej „falistości" przewodu, były niedoprzyjęcia.

We Francji do r. 1880 stosowano strzelanie z luf przed wykonaniem gwintów przy pomocy pocisków utwardzających i potem dopiero wykańczano lufę.

Narazie, ponieważ mamy amunicję o twardych pierścieniach, stosujemy do wyrobu luf stal o większej wytrzymałości, gdyż lufy takie zawsze będą miały swoją wartość i otrzymanie ich nie sprawia obecnie żadnych trudności, a tymczasem przekonstruujmy pierścienie wiodące tak, aby w razie wojny można było fabrykować lufy ze stali gorszego gatunku bez szkody dla ich długotrwałości.

Drugą sprawą, którą chciałbym poruszyć, korzystając z tego, że prelegent w swoim odczycie kładzie nacisk na nadzór nad przebiegiem fabrykacji luf przez odbiorcę wojskowego, jest sprawa kontroli przedmiotów uzbrojenia wogóle.

Kontrola rzeczywista, kontrola taka, która zapewnia maksymalną osiągalną dobroć przedmiotów uzbrojenia, może istnieć tylko wtedy,

kiedy fabryka kontroluje starannie i sumiennie cały przebieg fabrykacji i gotowe przedmioty, a odbiorca wojskowy sprawdza wszystko to, co robi fabryka i przeprowadza poza tem ostateczny odbiór, przy którym stwierdza, że kontrola fabryczna pracuje dobrze i że braków między przedstawionemi przedmiotami niema.

Stwierdzenie takie jest niezbędne, żeby pobudzić kontrolujących do uważniejszej i sumienniejszej pracy, oraz rzeczywiście usunąć możliwość prześlizgnięcia się czegoś, co mogłoby pociągnąć za sobą poważne szkody.

Obie te czynności mają bardzo duże zadanie do spełnienia, uzupełniają i podtrzymują się wzajemnie.

W naszych warunkach nowicjatu przemysłu wojennego, kontrola wojskowa powinna być bardzo szczegółowa i dokładna, tembardziej, że trzeba wyeliminować nie tylko przeoczenia, ale również i błędy, powstałe przez nieprawidłową interpretację użyteczności i celu, jak również trwałości i konserwacji przedmiotu, które to sprawy mogą być ujęte w dostatecznie szerokim zakresie, narazie jedynie przez wojskowych i to specjalnie w tym kierunku szkolonych.

Dobra kontrola fabryczna potrzebna jest nie tylko jako kontrola wstępna materjału przed odbiorem wojskowym, ale również, aby osiągnąć jak najlepsze rezultaty w wyrobie materjału uzbrojenia i zabezpieczyć się od strat materjalnych przez usunięcie wczas metod czy sposobów, albo narzędzi i maszyn, produkujących zamiast rzeczy dobrych — braki.

Dlatego przestrzegałbym odbiorców przed poprzestaniem jedynie na zorganizowaniu swojego odbioru, a radziłbym wniknąć również w zasady organizacji kontroli fabrycznej i mieć zawsze oko otwarte i wpływ zapewniony na sposoby i środki, jakiemi ona rozporządza i na ducha, jaki ją ożywia.

To jest ta konieczna współpraca fabryki i wojska, konieczności której niestety nie wszystkie fabryki rozumieją i stosują.

Z odczytu p. kpt. Hajdukiewicza widzieliśmy, że warunki techniczne nie dały mu jasnego i prawid.owego określenia wady rozdęcia luf i jej pochodzenia; ja, na podstawie swojej 20-letniej praktyki w uzbrojeniu, z czego prawie 7 lat przy wyrobie dział i ich odbiorze, a 13 lat przy odbiorze amunicji karabinowej i działowej, jak również broni ręcznej, mogę twierdzić, że wypadki takie spotyka się na każdym kroku i nie można uważać tego za nienormalne zjawisko.

Niema takiego kodeksu, niema takiego przepisu, który można byłoby stosować automatycznie; zawsze musi być sędzia, którego indy-

widualność odgrywa dużą rolę w zakwalifikowaniu przewinienia, czy w zastosowaniu artykułu kodeksu.

Żadne warunki techniczne nie mogą być tak ułożone, żeby wszystko przewidywały i na wszystko posiadały odpowiedź. Przedstawiają one tylko ramy, w których odbiorca umieszcza, a częstokroć musi nawet w nie wtłaczać rozmaite zjawiska, spotykane przy wszelkiego rodzaju fabrykacji; dlatego też od interpretacji jego zależy codzienne napełnianie magazynów przedmiotami dobremi albo złemi.

Doświadczony odbiorca, znający odbierany przedmiot, będzie wiedział co można przepuścić, a czego niema prawa; z czem trzeba zwracać się do władz o wyjaśnienie lub zbadanie, a czego poruszać nie warto; — niedoświadczony zaś będzie zasypywał władzę błahemi sprawami, a ważne błędy przejdą niepostrzeżenie dla niego do magazynu.

Kpt. mar. inż. LASKOWSKI HELJODOR.

ARTYLERJA MORSKA PO WOJNIE ŚWIATOWEJ.

Wojna światowa zastała okręty wojenne głównych państw morskich, a więc Anglji, Niemiec, Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej, Japonji, Francji, Rosji, Italji i Austrji z następującem uzbrojeniem artyleryjskiem. (p. tabelę na str. 90).

Należy jednak zaznaczyć, że 120 mm. działa na kontr-torpedowcach znajdowały się tylko w marynarce wojennej japońskiej i rosyjskiej, inne państwa miały swe kontrtorpedowce uzbrojone w działa 105 mm. conajwyżej.

W niektórych państwach okręty posiadały nieliczne działa przeciwlotnicze o kalibrze 76, 75, 65, 40 i 37 mm.

Przedwojenne uzbrojenie artyleryjskie okrętów było niezwykle charakterystyczne. Rzucało się w oczy nagromadzenie na jednym okręcie różnych kalibrów, szczególniej na okrętach budowanych przed 1910 rokiem. Zdarzało się również, że jedna i ta sama klasa okrętów była uzbrojona rozmaicie. Spotykało się więc okręty linjowe, które miały np. po cztery działa 305 mm. i po cztery 234 mm. (artylerja główna), oraz 10 dział 152 mm i 12 dział 76 mm (artylerja obronna), albo: cztery działa 305 mm, 10 — 234 mm, 24 — 76 mm („King Edward VII" i „Agamemnon").

Do roku 1911 najcięższym kalibrem ówczesnych nowobudowanych okrętów wojennych jest 305 mm (12 cali); w 1911 roku zjawiają się działa 343 mm (13,5 cala), w 1912 — 365 mm (14 cali), w 1913 — 381 mm (15 cali).

kaliber w mm.: / klasa okrętów:	G ł ó w n y	Pomocniczy	Przeciw-krążowniczy	O b r o n n y (przeciwtorpedowy)
Okręty linjowe.	381, 356, 343, 340, 305, 280, 274, 254, 250, 240, 203.	274, 240, 234, 203,	194, 190, 160, 164, 152, 150, 140, 138,	130, 127, 120, 105, 102, 100, 88, 76, 75, 70, 65, 63, 57, 47.
Krążowniki.	356, 343, 305, 280, 254, 240, 234, 210, 203, 194, 190, 164, 152, 150.	203, 190, 164, 152, 150.	—	140, 138, 130, 127, 120, 102, 100, 88, 76, 75, 70, 65, 63, 57, 47, 37,
Lekkie krążowniki.	240, 234, 210, 203, 190, 164, 152, 150, 140, 138, 130, 127, 120, 105, 102, 100, 88, 70.	—	—	152, 150, 140, 138, 120, 105, 102, 100, 88, 76, 75, 65, 63, 57, 47, 37.
Kontr-torpedowce i torpedowce.	120, 105, 102, 100, 88, 76, 75, 70, 65, 57, 47, 37,	—	—	47, 37.
Łodzie podwodne.	88, 76, 75, 47,	—	—	—

Rosja i Niemcy rozpoczęły wojnę światową z działami 305 mm i 280 mm i dopiero podczas wojny wprowadziły 356 i 381 mm.

Przedwojenną artylerję morską możnaby scharakteryzować jak następuje:

— niezbyt wielka szybkostrzelność,
— stosunkowo małe kąty podniesień (około 18^{0}),
— niewielka donośność (około 18,000 metrów),
— szybkość początkowa przeważnie poniżej 800 m/sek.,
— granaty z punktu widzenia balistycznego mało opracowane.

Wojna światowa była dla artylerji morskiej ciężkim egzaminem. Wypadki wymagały od niej rozwiązania najróżnorodniejszych skom-

plikowanych zagadnień, do których artylerja ta była zupełnie nieprzygotowana. Artyleryjskie boje morskie z okresu ubiegłej wojny pokazały, że wyższość ognia nie zależy wyłącznie od mocy i donośności dział, lecz przedewszystkiem od możliwości szybkiego skupienia ognia na jednym celu i jednoczesnego oddania salwy. Wojna pokazała, że bój morski może się toczyć na bardzo dużej odległości przy znacznej szybkości strzelających okrętów. Toteż wiele przedwojennych poglądów, uważanych za niewzruszalne, musiano całkowicie zmienić, postawiono cały szereg nowych żądań, rozpoczęto gruntowne badania i próby i zaczynając od pierwszych lat wojny rozpoczęto nieprzerwaną modernizację istniejących systemów artyleryjskich, stwarzając nowe typy. Polepszenie taktycznych zalet okrętu i balistyczne udoskonalenia granatów morskich, a co za tem idzie zwiększenie donośności, szybkostrzelności i kąta podniesienia—zmusiły również do zreorganizowania metod strzelania i zastosowania nowych przyrządów do kierowania ogniem. Zwiększenie donośności zmusiło do zastosowania ognia pośredniego. Ogień bezpośredni z indywidualnem celowaniem stał się możliwy na dużych jednostkach tylko w wyjątkowych wypadkach na średnich odległościach bojowych, gdy cel jest widoczny przez celowniczych. Ponieważ jednak strzelanie ze średnich odległości jest mało prowdopodobne, zatem normalnym kierowaniem ogniem na większych jednostkach stał się nowy system, tak zwane dalocelowanie, bez celowania indywidualnego celowniczych przy działach.

Wojna światowa pokazała dobitnie, że istniejąca przed wojną artylerja morska, choć stała technicznie na dużym poziomie, okazała się w wielu wypadkach niezbyt skuteczną, zwłaszcza przy ostrzeliwaniu wybrzeży i w walce z okrętami podczas złej pogody (szczególnie artylerja obronna), a do walki z napastnikiem powietrznym zupełnie nieprzygotowaną.

Okres wojenny, pełen bogatych w doświadczenia przykładów, stał się niewyczerpaną skarbnicą, skąd pełną garścią czerpano nowe twórcze pomysły i zamierzenia. Toteż lata 1919—1925 należą do okresu intensywnego doskonalenia artylerji morskiej. W roku 1927 żądania sztabów generalnych marynarek wojennych odnośnie artylerji głównej i jej zalet taktycznych mniej lub więcej sprecyzowały się dla okrętów linjowych i krążowników. Co zaś do artylerji obronnej i przeciwlotniczej, zarówno na okrętach linjowych jak i krążownikach, oraz na okrętach innych klas,—dotychczas widzimy mniejszą lub większą improwizację i poszukiwanie ideału.

Uzbrojenie artyleryjskie dzisiejszych okrętów nowych lub zmodernizowanych składa się z następujących kalibrów:

klasa okrętów: / kaliber w mm.:	Główny:	Obronny	Przeciwlotniczy:
Okręty linjowe	406, 381, 356, 340, 305, 280.	152, 150, 140, 138, 127.	127, 120, 102, 88, 76, 75, 47, 40, 37.
Krążowniki linjowe	381, 356.	152, 140.	102, 76, 40.
Lotniskowce i transporty lot.	203, 155, 140, 138, 120.	—	127, 120, 76, 75, 40, 37.
Krążowniki	203, 155, 152, 150, 140, 120.	—	127, 120, 102, 88, 80, 76, 75, 47, 40, 37.
Kontr-torpedowce i torpedowce	138, 130, 127, 120, 105, 102.	—	76, 75, 40, 37.
Łodzie podwodne	305, 203, 152, 138, 131, 127, 120, 104, 102, 100, 76, 75.	—	Wszystkie prawie kalibry na ł. p. od 75 mm. do 127 mm. są jednocześnie plt-niczemi *).

Tabelę tę trzeba uzupełnić uwagą, że istniejące okręty pomocnicze i specjalnego charakteru, jak naprzykład monitory, pancerniki obrony wybrzeża, kanonierki, aviso, trawlery i t. p. posiadają uzbrojenie złożone z różnych dział, rzadko nowych wzorów, lecz przeważnie wyokrętowanych ze zdeklasowanych okrętów.

Odnośnie łodzi podwodnych należy zaznaczyć, że kaliber 305 i 203 mm należy uważać nie za typowy, ponieważ znajdował się (305 mm) lub znajduje się (203 mm) tylko na kilku łodziach. Tak samo artylerja przeciwlotnicza łodzi podwodnych kalibru 100, 76, 75 i t. d. nie jest typową, lecz raczej doświadczalną. Działa na łodziach podwodnych są przeważnie jeszcze dotychczas nie specjalnemi typami „podwodnemi", a przerobionemi działami jednostek nadwodnych.

*) Na łodziach podwodnych widzimy często działka 37 mm jako plotn.

Specjalne działa „podwodne" są w opracowaniu, albo też zaczynają się dopiero zjawiać na uzbrojeniu.

Taktyczne zalety nowego sprzętu artyleryjskiego zasadniczo różnią się od przedwojennego. Cechuje go:

— duża szybkość początkowa (850—950—1000 m/sek.),

— wielka donośność (20,000—40,000 metrów),

— bardzo duża szybkostrzelność,

Z punktu widzenia udoskonaleń technicznych należy wymienić:

— znaczny wzrost kąta podniesienia. Działa najcięższych kalibrów (od 280 mm i większe) mają możność nadawać lufom kąty podniesień do 40°, a 280 mm w wieżach nawet 60°. W działach artylerji obronnej stosuje się kąty podniesienia 40—65°, w artylerji lekkiej 80—90°.

— zwiększenie szybkości działania mechanizmów pomocniczych (zaopatrywanie, ładowanie),

— wprowadzenie szybkiego nadawania lufie kątów w płaszczyznach poziomej i pionowej,

— coraz częściej stosowane nadawanie kierunku działom średniego kalibru (100 mm i większego kalibru) zapomocą silników. (Dawniej praktykowano takie urządzenie tylko dla ciężkich kalibrów),

— polepszenie kształtu granatów,

— wprowadzenie nowego sprzętu pomocniczego, szczególnie do kierowania ogniem, zabezpieczającego całkowite i celowe wykorzystanie posiadanej artylerji.

Porównywując okręty wojenne z roku 1914 i obecne, widzimy, że zniknęła pstrokacizna kalibrów. Każdy okręt wojenny doby dzisiejszej posiada w zasadzie 3 kalibry:

główny — do walki z okrętem podobnym,

obronny — dla obrony przed napastnikiem torpedującym i mniejszemi jednostkami,

specjalny — dla walki z lotnictwem.

Na mniejszych jednostkach artylerji obronnej właściwie niema, jest tylko główna i specjalna, przyczem ta ostatnia pełni funkcje obronnej.

Należy zaznaczyć, że artylerja obronna (przeciwtorpedowcowa) pancerników opuściła definitywnie dotychczas zajmowane miejsce pod pokładami — w baterjach i kazamatach — i przeniosła się na górny pokład, gdzie jest ustawiana w wieżach („Nelson"). Wojna ubiegła pokazała bowiem, że działa w baterjach i kazamatach miały zbyt małe pole ostrzału, pancerz burtowy nie ochraniał ich należycie, czę-

sto zalewała je fala. System ustawiania artylerji obronnej na górnym pokładzie ma jeszcze tę zaletę, że pozwala wesprzeć tą artylerją ogień dział przeciwlotniczych. Dlatego też działa artylerji obronnej na górnym pokładzie pancerników są przystosowane do strzelania przy dużych kątach podniesienia (60°).

Uzbrojenie artyleryjskie nowoczesnych okrętów można podzielić na 4 grupy:

1) najcięższy kaliber: od 280—406 mm włącznie, jako artylerja główna okrętów linjowych i krążowników linjowych.

2) ciężkie kalibry: od 140—203 mm, jako artylerja główna krążowników.

3) silny kaliber przeciwlotniczy (100—152 mm dla okrętów linjowych i krążowników, oraz pewnych okrętów o specjalnem przeznaczeniu; lotniskowce, pancerniki obrony wybrzeża).

Taki kaliber ma zastosowanie jako artylerja obronna (przeciwtorpedowcowa na okrętach linjowych i krążownikach, oraz jako artylerja główna kontr-torpedowców i torpedowców).

Artylerja ta jest prawie we wszystkich marynarkach wojennych zupełnie nowoczesna. Zasadniczą inowacją, jaką tu możemy spotkać, to podstawy bliźniacze (to jest 2—3 lufy sprzężone na jednej podstawie). Anglja, Niemcy, Japonja, Italja przechodzą ostatnio zdecydowanie na ten typ podstaw. Jego zalety są widoczne: zmniejszenie ciężaru instalacji, redukcja rozmiarów pola ognia, oraz obniżenie sylwetki okrętu. Jednakże podstawy bliźniacze mają dużą wadę, gdyż jeden pocisk nieprzyjacielski może zniszczyć lub unieruchomić odrazu kilka dział, a poza tem przy niejednoczesnem oddaniu ognia zwiększa się rozrzut wszerz.

4) Artylerja przeciwlotnicza średniej i niskiej strefy (do 100 mm) dla wszystkich okrętów różnych klas.

Rozpatrując uzbrojenie artyleryjskie poszczególnych marynarek wojennych, zauważamy, że w systemie uzbrojenia każdej marynarki pozostało nie więcej niż 6—8 kalibrów. Jest to oczywiście duży postęp. Posiadanie niewielkiej ilości kalibrów ułatwia bowiem pracę wytwórni, a przedewszystkiem zakładów produkujących amunicję, zapewnia standaryzację i lepsze możliwości wytwórcze i umożliwia instytutom badań większe skoncentrowanie wysiłków, zmierzających do doskonalenia sprzętu.

Udoskonalenie techniczne artylerji nie polega wyłącznie tylko na polepszeniu pewnych części działa lub amunicji, lecz obejmuje przedewszystkiem samą metodę wyrobu dział. Budowa 203 mm luf samo-

wzmocnionych monoblokowych jest już zjawiskiem normalnem. Powstał nowy system budowy, niewielkich na razie coprawda luf, przy pomocy odlewu odśrodkowego. Wymiana rdzeni (koszulek, dusz) wymienianych na okręcie na zimno, bez pomocy zbrojowni, ma coraz to szersze zastosowanie, nawet w działach dużego kalibru.

Zrobiono również wiele w dziedzinie amunicji. Zmieniono kształt pocisków, zwiększono ich moc, zastosowano nowe zapalniki, wprowadzono nowe pociski specjalnego przeznaczenia. Nie od rzeczy będzie wspomnieć, że studja nad nowemi prochami i materjałami kruszącemi posunęły się bardzo daleko.

Z czołowych udoskonaleń okresu 1918—1932 wyróżniają się specjalnie:

1) potężny kaliber dla krążowników, jakim jest nowoczesne działo 203 mm,

2) silna artylerja przeciwlotnicza (100—127 mm),

3) mechaniczne zapalniki czasowe,

4) rdzenie wymienne, zakładane „na zimno" środkami okrętowemi,

5) samowzmacnianie luf.

Mówiąc o udoskonaleniach artylerji morskiej, nie można pominąć milczeniem sprzętu do kierowania ogniem, który jest dziś nieodzownem wyposażeniem artylerji okrętowej. Sprzęt ten uległ zupełnej zmianie; można bez przesady powiedzieć, że znaczenie jego właściwie po wojnie dopiero zostało należycie docenione. Nowoczesny sprzęt do kierowania ogniem daje możność całkowitego wykorzystania wszystkich taktycznych i technicznych elementów artylerji okrętowej w dowolnych warunkach boju i gwarantuje uzyskanie nakrycia w jaknajkrótszym czasie. Udoskonalenia w tej dziedzinie zawdzięczamy z jednej strony bogatemu doświadczeniu z minionej wojny, z drugiej zaś dużemu rozwojowi optyki i elektrotechniki.

Dawniej sprzęt do kierowania ogniem służył do przekazywania danych ognia do plutonów i uwalniał oficera kierującego ogniem od pewnych obliczeń. Obecnie natomiast żąda się, aby przyrządy do kierowania ogniem samoczynnie obliczały wszystkie wyjściowe dane ognia, oraz aby w sposób nieprzerwany uaktualniały te dane oraz poprawki zależnie od warunków chwili, biorąc pod uwagę ruch okrętu strzelającego i celu; ponadto przekazywanie danych ognia do plutonów musi się odbywać z dużą dokładnością i szybkością (natychmiast).

Przed wojną normalnym ogniem był ogień bezpośredni, to jest strzelanie do celu dobrze widocznego przez celowniczych przy działach. Ten sposób strzelania okazał się podczas wojny niewystarczającym, gdyż nie dawał możności wykorzystać wszystkich zalet taktycznych artylerji. Obecnie ogień pośredni stał się regułą dla dużych jednostek, strzelających na duże odległości zapomocą dalocelowania.

Głównem zadaniem dalocelowania jest zwiększenie dokładności ognia przez równoczesne wycelowanie dział i jednoczesne oddanie ognia. Ponadto doświadczenia ubiegłej wojny, a przedewszystkiem bitwa jutlandzka, uwypukliły w sposób jasny następujące punkty:

1) konieczność skierowania dział na kąt kursowy z dokładnością równą dokładności, z jaką się wycelowuje lunetki celownicze, i utrzymywanie dział wycelowanych bez pomocy celowniczych przy działach,

2) konieczność nadawania podniesień bez pomocy celowniczych przy działach.

Konieczności te wynikają z następujących powodów:

Zwiększenie odległości bojowych i wzrost szybkości okrętów wojennych utrudniają zarówno obserwację ognia, jak i celowanie. Celowniczemu bowiem jest trudno śledzić za wyznaczonym celem, który ponadto na dużej odległości może być łatwo przyjęty za inny, tembardziej, że nieprzyjaciel zmienia stale szyki i cel często niknie za dymem i słupami wodnemi, powstałemi od strzałów. Istnieją jeszcze i inne trudności w celowaniu, a więc np. słupy wodne nieprzyjacielskich strzałów krótkich, które tworzą nieprzezroczystą zasłonę, dymy z kominów, gorące fale powietrza od nagrzanych luf, a w nocy błyski własnych dział i światło prożektorów. Trudności te często zupełnie uniemożliwiają celowniczym przy działach celować. Toteż już przeszło od 25 lat specjaliści licznych marynarek poszukiwali nowej metody strzelania, któraby pozwalała nawet w złych warunkach celowania należycie wykorzystać artylerję okrętową. Pierwszem praktycznem rozwiązaniem strzelania metodą wycelowywania luf z odległości (dalocelowanie) był „Fire director" admirała angielskiego Percy Scotta z roku 1905. Prymitywny, o ile tak można nazwać, sposób dalocelowania Scotta, został następnie udoskonalony i dziś istnieje bardzo wiele doskonałych rozwiązań dalocelowania we wszystkich marynarkach wojennych.

Zasada dalocelowania streszcza się w tem, że celowanie odbywa się nie przy dziale, a z miejsca położonego wysoko nad powierzchnią morza.

W miejscu tem znajduje się aparat, zwany dalocelownikiem, którego lunety (kierunkowa i podniesieniowa) wycelowuje się na cel. Ruch lunet porusza strzałki przekaźników-odbiorników przy działach, i obsługa nie potrzebuje celować przy działach, tylko dla nadania lufie odpowiedniego kąta podniesienia i kierunku—zgrać z temi strzałkami inne strzałki, połączone mechanicznie z mechanizmami podniesień i kierunkowym działa. Elementy potrzebne dla wycelowania lunet dalocelownika, poprawione stosownie do warunków balistycznych, wypracowuje centrala artyleryjska i przekazuje je w sposób ciągły zapomocą przekaźników do dalocelowania. Poprawka na paralaksę uskutecznia się samoczynnie. Oddanie strzału z dział gotowych następuje albo przez oficera kierującego ogniem, albo na jego rozkaz indywidualnie przez każdą obsługę działa.

Kierowanie ogniem zapomocą dalocelowania ma wiele zalet:

a) z punktu widzenia wstrzeliwania się: :

1) kierowanie ogniem jest ześrodkowane w ręku jednego oficera, znajdującego się w miejscu, skąd doskonale może obserwować cel i ogień,

2) celowniczy, znajduje się tuż obok oficera kierującego ogniem, toteż porozumiewanie się ich jest łatwe.

3) stałość rozrzutu zapewnia lepsze zgrupowanie strzałów,

4) pomiar odległości można wykonywać w odstępach czasu między salwami. Odstępy te można wykorzystać dla nadania działom odpowiednich podniesień i kierunków.

b) Z punktu widzenia celowania:

1) celowniczemu dalocelownika nic nie przeszkadza w celowaniu,

2) w nocy nie oślepiają go błyski własnych dział, ani prożektory,

3) wszystkie działa są wycelowane na jeden i ten sam cel, więc nie ma obaw co do pomyłek.

4) ogień można szybko przenosić z jednego celu na drugi, zarówno jak i rozdzielać go na kilka celów, a następnie — w razie potrzeby — szybko znów go ześrodkować na jednym celu,

5) w wieżach nie potrzeba wycinać otworów dla lunet, przez co uzyskuje się szczelność wież, co ma znaczenie w obronie przeciwgazowej.

Strzelanie przy pomocy dalocelowania daje tak wielkie korzyści, że stało się dziś normalnem, a strzelanie z celowaniem indywidualnem (to jest przez celowniczego przy dziale) zapasowem (awaryjnem).

Dalocelowanie ułatwia przez odpowiednią organizację kierowania ogniem rolę oficera kierującego ogniem, coraz to cięższą, wskutek

stałych postępów artylerji morskiej. Rola oficera artyleryjskiego podczas walki jest tego rodzaju, że można ją powierzyć człowiekowi wybranemu, z zimną krwią, bystrem okiem i opanowaniem. Rola ta jest trudna i trzeba mu ją ułatwić. Dzięki wprowadzeniu nowoczesnych przyrządów do kierowania ogniem zdołano rzeczywiście znacznie odciążyć pracę oficera kierującego ogniem i umożliwić mu w jaknajkrótszym czasie wykonać zadanie, jakie ma wykonać, to jest trafić w cel.

Wszystkie przyrządy, ułatwiające strzelanie artylerji okrętowej można podzielić na dwie grupy:

— grupę przyrządów do kierowania ogniem,

— grupę przyrządów do dalocelowania.

Grupa przyrządów do kierowania ogniem:

1) daje wyjściowe dla rozpoczęcia ognia (odległość, kąt kursowy, kąt biegu, szybkość własną i celu i dane meteorologiczne),

2) oblicza samoczynnie początkową szybkość zbliżenia (względnie oddalenia),

3) stale określa poprawki,

4) wypracowuje poprawny celownik i odchylenie w danej chwili,

5) przekazuje te dane w sposób natychmiastowy do plutonów,

6) pozwala wprowadzić do obliczeń wszystkie poprawki i zmiany, które oficer kierujący ogniem uzna za właściwe.

Ta grupa przyrządów pozwala strzelać wyłącznie do celów widzianych przez celowniczych przy działach.

Grupa przyrządów do dalocelowania.

1) wykorzystuje dane opracowane przez sprzęt do kierowania ogniem i przerabia je odpowiednio,

2) pozwala strzelać do celu niewidocznego przez celowniczych przy działach,

3) zapewnia podział iześrodkowanie ognia,

4) ułatwia, i to w dużym stopniu, strzelanie w nocy.

Zjawienie się na okrętach wojennych dział przeciwlotniczych pociągnęło za sobą wynalezienie i wprowadzenie do użytku przyrządów do kierowania ogniem tej artylerji. Prace w tym kierunku rozpoczęto jeszcze w okresie ubiegłej wojny, lecz trwają one nadal, gdyż dotychczas nigdzie jeszcze niema zupełnie zadawalniającego rozwiązania, choć istnieje już wiele przyrządów wcale pomysłowych.

Możemy powiedzieć, że jeżeli uzbrojenie artyleryjskie zostało stosunkowo nieznacznie zmodernizowane, bo i przed wojną stało już na bardzo wysokim poziomie i nastąpiła jedynie pewna standaryzacja, to w dziedzinie sprzętu do kierowania ogniem nastąpiła kompletna rewolucja, i stworzono prawie wszystko na nowo.

W świetle wyszczególnionych pobieżnie w niniejszym artykule udoskonaleń w dziedzinie artylerji morskiej staje się jasnem, dlaczego niektóre państwa morskie na konferencjach rozbrojeniowych tak łatwo wyrzekły się zwiększania kalibru swych dział. Osiągnięte w tej chwili donośności dział są graniczne w stosunku do możliwości celowego wykorzystania praktycznego artylerji. Zdano sobie sprawę, że nie powiększenie kalibru, lecz przy mniejszym kalibrze uzyskanie w danym okresie czasu jaknajwiększej ilości trafnych pocisków o dużej mocy niszczącej będzie miało decydujące znaczenie. Uzyskuje się to głównie przez powiększenie żywej siły pocisku, przez polepszenie zalet balistycznych lufy, lecz przedewszystkiem przez ulepszenie urządzeń pomocniczych do ładowania i przez nowe metody strzelania, wymagające odpowiednich przyrządów do kierowania ogniem, o czem była mowa wyżej.

PRZEGLĄD PRASY.

NIEMCY.

ZEITSCHRIFT FUER DAS GESAMTE SCHIESS UND SPRENGSTOFFWESEN. — Nr. 12. rok 1932.

1. Zapłon nie powodujący korozji. — P. Wolf.

Masa spłonek zapalających z reguły jest mieszaniną materjału wybuchowego inicjującego i domieszek regulujących zapłon.

Materjał wybuchowy inicjujący (piorunjan rtęci, sól ołowiu trójnitrorezorcyny i t. p.) służy do wywołania wybuchu pod wpływem czynników mechanicznych jak uderzenie, tarcie i t. p.

Domieszki mają na celu obniżenie wybuchowości materjału wybuchowego inicjującego, aby nie nastąpiło uszkodzenia łuski i miseczki spłonki, oraz z drugiej strony — nadanie płomieniowi masy zapałowej takiej siły zapalającej i takiego czasu trwania, jakie są najdogodniejsze do zapalenia prochu. Domieszki te składają się z ciał palnych (siarczki antymonu, żelazo-cjanek ołowiu i t. p.), które przy spaleniu dają konieczne ciepło; donosicieli tlenu (chloran potasu, azotan baru, nadtlenek ołowiu i t. p.), które dostarczają tlenu koniecznego do spalań; sensybilizatorów (szkło sproszkowane), mających na celu podniesienie wrażliwości masy zapałowej na uderzenie; lepiszcza (żelatyna, szelak, sztuczne żywice i t. p.), łączącego cząstki masy zapałowej i niedopuszczającego do rozsypania się masy; wreszcie *stabilizatorów* (węglan baru, nadtlenek ołowiu i t. p.), które zapobiegają powstaniu reakcyj pobocznych i przez to zapewniają trwałość masy.

Masy zapałowe składają się więc z różnych składników organicznych i mineralnych, które przy wybuchu zamieniają się w gazy, pary i ciała stałe. Ilości masy zapałowej są stosunkowo małe, lecz masa zapałowa i jej produkty reakcji mają olbrzymi wpływ na długotrwałość broni i precyzję strzału.

Gazowe produkty reakcji masy zapałowej ulatują przy strzale z gazami ładunku miotającego z lufy broni. Działanie ich więc na materjał lufy niepowinno być większe niż działanie gazów prochowych. Przy dobrze dobranym składzie masy zawierającej chloran, nie powstaje wcale wolny chlor, który mógłby atakować materjał broni. Nieszkodliwą też jest obecność w gazach dwutlenku siarki.

Przy wybuchu mas zapałowych zawierających piorunjan rtęci powstaje jako produkt reakcji para rtęci. Pary rtęci nie opuszczają przy strzale lufy, lecz kondensują się na chłodniejszych jej częściach w postaci kropelek. Dzieje się to zwłaszcza przy strzałach nabojami o bocznem uderzeniu. Przy następnym strzale osad rtęci tworzy z ołowiem pocisku amalgamat, utrudnia przechodzenie jego przez gwinty i powoduje zasmarowanie przewodu lufy amalgamatem ołowiu. To coraz większe zaołowienie obniża precyzję strzału. Pozatem strzelanie tego rodzaju amunicją na strzelnicach zamkniętych jest niedopuszczalne, ze względu na trujące własności powstających par rtęci.

Szczególne jednak znaczenie dla broni posiadają stałe produkty reakcji masy zapałowej. Przy wystrzale powstają one częściowo w łusce, częściowo zaś zostają porwane przez gazy i osadzone w lufie.

Normalna masa zapałowa w spłonkach amunicji piechoty składa się z:
rtęci piorunującej — jako materjału wybuchowego inicjującego,
siarczku antymonu — jako materjału palnego,
chloranu potasu — jako donośnika tlenu,
szkła proszkowanego — jako sensybilizatora,
i szelaku lub t. p. — jako lepiszcza.

Chloran potosu tej masy przy wybuchu rozkłada się z wydzieleniem tlenu na chlorek potasu, który osadza się w lufie w postaci pyłków lub kropelek. Następuje wtedy to samo zjawisko, jakie obserwujemy przy zetknięciu chlorku potasu lub sodu z żelazem. W obecności wilgotnego powietrza sól przyciąga wodę i dysocjuje częściowo na jony potasu lub sodu i chloru. Jon chloru działa katalitycznie jako przenośnik tlenu na żelazo i powoduje coraz szerzej wżerającą się rdzę, która odróżnia się od zwykłej rdzy, spowodowanej wyłącznie wpływami atmosferycznemi, większą intensywnością. Ponieważ ponadto chlorek potasu osadzony na ściankach lufy nie rozpuszcza się w olejach i tłuszczach, zostaje więc przy czyszczeniu broni usunięty tylko częściowo, czem tłumaczy się dalsze rdzewienie broni po czyszczeniu. Dlatego przy czyszczeniu broni, z której strzela się zwykłemi spłonkami, należy naprzód ją przemyć ciepłą wodą dla rozpuszczenia silnie osadzonego chlorku potasu.

Aby stworzyć tak zwaną „nie powodującą rdzewienia" masę zapałową, koniecznem jest zastąpienie chloranu innym jakimś donosicielem tlenu. Jako taki wybierany jest przeważnie azotan baru. W ten sposób fabryki amunicji wypuszczają na rynek zapłony „nie powodujące rdzy", które pod żadnym względem czy to siły zapalającej, czy trwałości, wrażliwości na uderzenia i równomierności zapłonu nietylko nie ustępują starym zwykłym zapłonom, lecz często jeszcze je przewyższają, a pozatem posiadają zaletę „nie powodowania rdzy". Nazywa się też takie zapłony jako „niepowodujące korozji". Ale pod nazwą zapłonu „niepowodującego korozji" należy też rozumieć co innego.

Działanie stałych produktów reakcji masy zapałowej porównać można z użyciem w analizie sody, siarczanów i t. p. do stopienia i rozpuszczenia ciał nierozpuszczalnych w odczynnikach normalnych. Przy nabojach o ogniu bocznym cząstki stałe zostają porwane przez gazy i osadzone w lufie przed szyjką łuski i tu tworzą w metalu zagłębienia wielkości ostrza szpilki lub ziarnka prosa. Gdy tylko początek jest zrobiony to, skutek łatwiejszego zatrzymywania się, zjawisko przebiega szybciej i przez to dokładność strzałów spada coraz więcej.

Możnaby zarzucić, że żużle zapłonu nie posiadają dość wysokiej temperatury, aby móc działać korozyjnie, to jest rozpuszczać materjał lufy. Dla odparcia tego zarzutu autor przytacza przykład stapiania drobnych cząstek bardzo trudnotopliwego tlenku glinu dla otrzymania sztucznych kamieni szlachetnych i dochodzi do wniosku, że drobne sproszkowanie znakomicie zwiększa topliwość materjału. Podobne zjawisko zachodzi przy strzale. Po rozcięciu lufy broni małokalibrowej, z której oddano już kilka tysięcy strzałów, na końcu komory nabojowej okażą się wgłębienia obejmujące czasem i początki gwintów. Wgłębienia te nie mogą powstać przez „wypalenia" spowodowane gazami prochowemi, gdyż mają inny kształt, a pozatem powstanie ich jest wątpliwe wobec niskich ciśnień panujących przy strzale; są to stopienia żużla żelaza przez osadzone stopy.

W dalszym ciągu autor podaje w wątpliwość teorję okluzji zwłaszcza przy małych ciśnieniach i formułuje wniosek:

— przy zapłonie „powodującym korozję" stopione żużle masy zapałowej, które występują w formie malutkich kropelek i w pewnych wypadkach mogą się zagęszczać w większe skupienia, powodują w przewodzie lufy wypalenia w formie wgłębień. Gdy takie twory powstaną, to przy strzale powodują one wir gazów, przy którym osadza się taki stop silniej tworząc nowe wgłębienia lub powiększając dotychczasowe.

Zapłon, który takich wyżarć nie powoduje, może być nazwany „niepowodującym korozji" w odróżnieniu od zapłonu „nie powodującego rdzy".

Cały czas była mowa o zapłonie nie powodującym korozji, a nie o masie zapalającej nie powodującej korozji. Jeśli żużle masy zapłonowej pozostają w miseczce spłonki lub w łusce i nie przejdą do lufy to, oczywiście, nie mogą tam spowodować żadnej korozji. Osiągnąć to można nietylko przez dobór składu masy zapałowej, lecz także przez odpowiednią przeróbkę, jak np. przez dokładne zmielenie składników i ich wymieszanie.

2. *Materjały wybuchowe na nowych podstawach.* — Dr. inż. A. Foulon.

Autor podaje przegląd materjałów wybuchowych opartych na innych od dotychczasowych podstawach, przeważnie na podstawie literatury patentowej.

Co się tyczy materjałów wybuchowych żelatynowych i prochu bezdymnego, to otrzymano materjały wybuchowe na podstawie roztworów estrów wielowartościowych alkoholi (sorbitu) kwasu azotowego w nitroglicerynie lub nitroglikolu. Takie materjały wybuchowe przewyższają nawet żelatynę dynamitową pod względem np. trudności zamarzania. Dla otrzymania prochów bezdymnych zamiast czystej nitrogliceryny można stosować olej, otrzymany przez nitrowanie np. 50 części sorbitu w 25 cz. nitrogliceryny i 25 cz. nitroglikolu. Żelatynizacja może być ułatwiona przez odpowiednia dodatki, a stałość zwiększona przez stabilizatory np. dwufenylaminę (D.R.P. — 513397 — Nobel).

Szereg nowych materjałów wybuchowych oparto na podstawie monoaminoetanolu (H_2NCN_2 — CH_2OH). Początkowo starano się wytworzyć materjał wybuchowy przez nitrowanie go do estru kwasu azotowego. Jednak otrzymany związek, aczkolwiek silnie wybuchowy i o dużej zawartości energji, posiadał zasadniczą wadę higroskopijności i rozpuszczalności w wodzie. Niedostateczną też była jego stałość wskutek rozpadu hydrolitycznego, zwłaszcza w wysokiej temperaturze. Z tego względu starano się raczej wytworzyć z monoaminoetanolu ester kwasu azotowego trójnitrofenylonitroaminoetanolu. Związek ten posiada grupy nitrowe

w trzech różnych formach połączeń, jako zasadniczą grupę nitrową w pierścieniu benzenowym, jako grupę estrową kwasu azotowego przy tlenie alkoholu i wreszcie jako grupę nitroaminową przy azocie aminy. Otrzymuje się ten związek przez ostateczne nitrowanie dwu lub trójnitrofenyloaminoetanolu, które to oba ciała powstają w dobrej wydajności w dwu lub trójnitrochlorobenzenu i aminoetanolu (D.R.P. 530704 — E. V. Herz.). Ester kwasu azotowego trójnitrofenylonitroaminoetanolu jest ciałem krystalicznem lekko żółtej barwy, łatwo rozpuszczalnem w acetonie i benzenie. Stałością dorównywa tetrylowi, lecz przewyższa go wydajnością energji i wybuchowością, wskutek większego skupienia grup nitrowych i całkowitszego spalenia wewnętrznego. Związek ten posiada mniejszą wrażliwość na uderzenie i tarcie niż „penta" i z tego względu nadaje się w pierwszym rzędzie do ładowania pocisków, torped i t. p. z domieszką topliwych nitrozwiązków (trotyl i t. p.), a wskutek wielkich zdolności inicjujących — nadaje się też do ładowania spłonek wybuchowych. Wadą tego związku jest zbyt wysoki punkt topliwości (126°), gdy pożądany jest punkt topliwości poniżej 100° dla możności topienia na łaźni wodnej. Niski punkt topliwości posiada ester dwunitrodwuetanoloksamidowy kwasu azotowego (88°), który wybuchowością też ustępuje „penta" a przewyższa go swą niewrażliwością na uderzenie. Oba te związki w mieszaninie dają się łatwo topić na łaźni wodnej. Pozatem ester dwunitrodwuetanoloksamidowy kwasu azotowego z donośnikami tlenu i innemi dodatkami można używać jako materjał wybuchowy górniczy zbliżony do nitroglicerynowych. Może być też przerabiany z nitrogliceryną, nitroglikolem i t. p. na masy plastyczne i nadaje się do napełnianie spłonek i lontów piorunujących.

Przez nitrację fenyloglikoloeteru otrzymuje się estry dwu lub trójnitrofenyloglikoloeterowe kwasu azotowego lub ich mieszaniny (D.R.P. 501306 — Westf. Anhalt. Sprengstoff. A. G.). Związki te pozwalają się żelatynizować z nitrocelulozą stanowiąc dobry produkt zastępczy dla nitroglikolu, nitrochlorhydryny, „penta", trotylu, kwasu pikrynowego i nitrogliceryny do fabrykacji prochu bezdymnego bez rozpuszczalnika. Niski punkt topliwości obu związków i ich mieszaniny pozwala na napełnianie pocisków przez topienie oraz prasowanie z takiemi dodatkami jak glin, węglowodory i t. p. Główną zaletą ich dla techniki jest możność zastosowania do wytwarzania prochu, gdyż posiadają tak samo dużą wydajność energji jak tetryl i dobrze żelatynizują się z nitrocelulozą.

Użycie podobnie zbudowanych materjałów wybuchowych jak np. nitrowanego eteru fenyloglicerynowego jest niemożliwe wskutek jego wysokiego punktu topliwości i występującego częściowego rozkładu.

W podobny sposób można otrzymywać materjały wybuchowe przez nitrowanie fenyloglikolu albo innych wielowartościowych alkoholi z podstawioną grupą arylową (D. R. P. 558126 — Westf. Anhalt. Sprengstoff. A. G.). Tak np. przez nitrowanie fenyloglikolu otrzymuje się mieszaninę o punkcie topliwości 85°, składającą się z 80% podwójnego estru kwasu azotowego mononitrofenyloglikolu i 20% estru dwunitrofenyloglikolu. Zależnie od sposobu nitracji można otrzymać produkty o różnym składzie. Związki te nadają się do wytwarzania prochu bezdymnego oraz do napełnianie pocisków przez topienie i prasowanie. Podobne związki otrzymać można przez nitrowanie fenylogliceryny lub metylofenyloglikolu.

Do wytwarzania prochu bezdymnego bez rozpuszczalników, tak jak uprzednie nadają się też nitrowane eterowe lub estrowe produkty kondensacji glikolu np. dwuksyetyloeter. Przy użyciu tych związków niepotrzeba dobierać specjalnego ga-

tunku nitrocelulozy, gdyż posiadają one zdolność rozpuszczania wszystkich rodzajów nitrocelulozy. Żelatynizują się już przy zwykłych temperaturach i dadzą się prasować bez żadnych domieszek. W porównaniu do innych znanych środków tego rodzaju prochy te mają zaletę zupełnego bezpieczeństwa wytwarzania (D.R.P. 548427 — Westf. Anhalt. Sprengstoff. A. G.).

W związku z omówionemi materjałami wybuchowymi należy też wspomnieć o nowym sposobie wytwarzania nitrocelulozy (D.R.P. 555765 — Moulton-Tshudin.). Przerabia się celulozę drzewną przy pomocy ługów i siarczku węgla na pastę żelatynową, przenosi do określonych form, hartuje (kwasem, kwaśną solą) i wreszcie nitruje mieszaninę zawierającą znacznie więcej kwasu azotowego niż siarkowego. Otrzymana nitroceluloza nadaje się według opisu do wytwarzania materjałów wybuchowych i innych celów.

Wreszcie należy omówić dwa sposoby otrzymywania nitrocelulozy z papieru lub tektury. Dotychczas znane sposoby opierały się na użyciu skrawków papieru, lub papieru dziurkowanego, lub papy drzewnej. Okazało się jednak, że w tych formach papier nie nitruje się równomiernie i przy nitrowaniu następuje podniesienie temperatury, które łatwo może wywołać lokalny rozkład papieru. Z tego względu według Hough'a, Leonhard'a i Dufford'a (D.R.P. 542988) należy papier pociąć na paski i zbiwszy go w bele o określonej gęstości, nitrować w tej formie. W ten sposób można nitrować bele do 1000 kg bez obawy lokalnego rozkładu; operacja jest bardzo ekonomiczna. Otrzymana nitroceluloza jest bardzo stała i da się łatwo przerabiać na proch bezdymny i inne materjały wybuchowe.

Według Planchón'a (D.R.P. 551007) można nitrować całe arkusze papy celulozowej w ten sposób, że nitracja odbywa się przez umieszczenie arkuszy w określonych odległościach od siebie w zamkniętych zbiornikach; bezpośrednio po nitracji w tych samych zbiornikach odbywa się mycie. Otrzymany produkt odznacza się dużą równomiernością stopnia nitracji w przeciwieństwie do otrzymanego innemi metodami. Nitracja odbywa się w maksymalnej temperaturze 15^0 dla zabezpieczenia się przed ewentualnym rozpadem surowca. Zbiorniki nitracyjne zrobione są z glinu, który jest bardzo odporny na działanie rozcieńczonych i stężonych kwasów. Czas trwania nitracji zależy od temperatury, przyczem 15^0 nie można przekroczyć. Zależnie od koncentracji mieszaniny nitracyjnej i warunków pracy otrzymuje się produkty o różnej zawartości azotu (do 13% N). W stosunku do innych metoda ma te zalety, że używa aparatów bezpiecznych, nie działających szkodliwie na zdrowie i że nie wymaga oddzielnych urządzeń odwadniających, przez co pracuje szybko i ekonomicznie.

D. S.

Rosja.

TIECHNIKA I WOORUŻENJE — styczeń 1933 r.

1) *Technika i przygotowanie bojowe.* Obszar współczesnej techniki wojennej jest tak wielki i różnorodny, że żaden dowódca objąć jego w całości nie podoła; a zatem dla każdego rodzaju wojska i każdej kategorji dowódców — należy określić zakres niezbędnych wiadomości praktycznych. Każdy techniczny środek bojowy w jego zastosowaniu i wykorzystaniu zazębia się szczelnie z innemi środkami; zasadnicza trudność leży w dokładnem poznaniu tego współdziałania i wza-

jemnego wpływu rozmaitych elementów w różnych okolicznościach walki i różnych warunkach terenu. Dowódca np. piechoty musi znać własności taktyczne czołgów, a z drugiej strony musi również wiedzieć, co może oczekiwać od artylerji. Przerzucanie wojsk za pomocą transportu samochodowego wymaga specjalnych wiadomości organizacyjnych i taktycznych (załadowanie, obrona przeciwlotnicza i przeciwczołgowa, regulacja ruchu); natarcie na silnie umocnionego przeciwnika wymaga wielu rozmaitych wiadomości szczegółowych poza zwykłemi taktycznemi (taktyka piechoty, praca artylerji, wykorzystanie oddziałów zmotoryzowanych, pokonywanie przeszkód i zapór, rozpoznanie i obserwacje, wykorzystanie doświadczeń z wojny światowej i t. p.).

W celu wyrobienia dowódców należy wykorzystać wszelkie możliwe środki, poczynając od studjów nad regulaminami i literaturą, do zadań na mapach i w terenie. Każdy szeregowiec piechoty powinien posiadać pewne minimum wiadomości o innych rodzajach wojsk, np. co do artylerji, powinien on znać konkretnie charakterystykę ognia artylerji, działanie różnego rodzaju pocisków, (wielkość pola rażenia, wymiary lejów); powinien on umieć okazać pewną pomoc artylerji w walce i w marszu, umieć obchodzić się z pociskami „głuchemi" oraz umieć unieszkodliwić działo w razie potrzeby (zdobyczne lub porzucone) i t. p.

2) *Praca broni automatycznej z wykorzystaniem gazów i km Diechtiarewa.* — Zinowjew.

3) *Współczesne karabiny małych kalibrów.* — Kuzniszczew.

4) *Stromotorowe działa piechoty.* Rozważane są główne typy moździerzy piechoty, wyrabiane w okresie czasu 1914—1932 r. Wymagania, stawiane obecnie tym działom, są następujące: prostota konstrukcji, wykonania, ciężar na stanowisku do 300 kg przy transporcie kołowym lub do 100 kg przy transporcie nośnym (rozkład na 4—5 części); niewidoczność w terenie, możność ognia b. stromego, donośność 3000 m, pocisk ponad 3 kg o dużej pojemności; zapalnik natychmiastowy i ze zwłoką, działanie odłamków w promieniu 50—75 m (ilość ich 1000—1500); szybkostrzelność 12—15 na minutę (maximum do 25); celność możliwie duża; obsługa z 3—4 ludzi (oprócz dowódcy i amunicyjnych). Warunkom powyższym najlepiej odpowiada moździerz Stokes-Brandt wz. 31.

5) *Drogi rozwoju i ulepszeń granatów ręcznych i karabinowych.* — W. Iwanow.

6) *Pociski zapalające.*

7) *Skombinowane przybory wz. 31 r. do rozbierania i czyszczenia kb 7,62 mm* — W. Gornostalew.

8) *Japońskie karabiny ręczne.* — W. Markiewicz.

9) *Przyrządy artyl. stacji aerometrycznej.* — A. Michajłowskij.

10) *Przyrząd do kierowania ogniem z moździerzy piechoty.* — Z. Murawjew.

11) *Samoczynne wzmocnienie luf działowych.* — M. Aławierdow.

12) *Pielęgnowanie, przechowywanie i naprawa masek przeciwgazowych.* — A. Bubnow.

13) *O zastosowaniu przyborów do czyszczenia broni.* — A. Kustagin.

14) *Propaganda techniki wojennej:* organizacja kółek modelarzy. — Nusbein. Dotyczy modeli części samochodowych.

15) *Nowe pomoce naukowe dla techniki wojennej.* — Grustliwow. Nauka na modelach (np. działalność mechanizmów artyleryjskich).

16) *Trybuna dla wymiany własnych doświadczeń w dziedzinie racjonalizacji i wynalazczości.*

TIECHNIKA I WOORUŻENJE. — luty 1933 r.

1) *Wpływ współczesnej techniki na rozwój taktyki.* — A. Siediakin.

Najważniejszym czynnikiem walki jest czynnik moralny: gotowość walczących i dowódców bić się za cele wskazane im przez wyższe dowództwo i rząd; drugim ważnym czynnikiem walki i wojny jako całości — jest sprzęt. Narówni z czynnikiem moralnym czynnik materjalny ma znaczenie decydujące, zwłaszcza w związku z wielkim wpływem techniki na sztukę taktyki i operacyj wojennych. Technika uzbrojenia pod względem jakości i ilości dokonała po wojnie wielkiego skoku, weźmy np. siłę ogniową k. m. lub artylerji oraz ulepszenie tych konstrukcyj. Ulepszenie k. m. szło w kierunku zwiększenia szybkostrzelności, pewności działania, (unikanie zacięć), zmniejszenia ciężaru; ulepszono też ich pociski pod względem donośności (4—5 km) i przebijalności. Powstały n. k. m. 12—20 mm do walk z czołgami i płatowcami.

Rozwój artylerji szedł w kierunku znacznego zwiększenia donośności, zwiększenia celności, szybkostrzelności, działania pocisków, dążenia do uniwersalności, ulepszania kierownictwa ogniem; stworzono typy artylerji przeciwczołgowej i przeciwlotniczej.

Do tych wszystkich ulepszeń musi oczywiście dostosowywać się taktyka różnych broni; zwiększenie skuteczności sprzętu bojowego, zwiększa siłę obronną i wymaga nowych środków do jej pokonania (czołgi, lotnictwo). Zwłaszcza czołgi, jako broń ofensywna, okazały wielki wpływ na nowe metody stosowane w celu ich zwalczania; taktyka obrony przerzuca swój punkt ciężkości z systemu obronnego k. m. na system umocnień terenu inżyniersko-chemiczny ze współudziałaniem artyl. obronnej pczołgowej oraz rezerwy czołgów.

Niemniej ważnym czynnikiem nowoczesnej walki są płatowce — rozwój ich po wojnie bardzo szybko postąpił naprzód, np. pod względem bezpieczeństwa lotu, skuteczności ich pracy na różnych wysokościach, orjentacji we wszelkich warunkach (nocą, we mgle, w chmurach), promienia działań, obciążenia (bombowce), ulepszenia uzbrojenia (k. m., bomby, działa, zadymienie, polewanie trującemi substancjami). Flota powietrzna staje się samodzielną siłą strategiczną, wpływającą swemi działaniami na ogólny przebieg cperacyj wojennych, pomijając nawet jej ważne współdziałanie z innemi rodzajami broni. Działanie jej specjalne znaczenie posiada na tyłach przeciwnika i tu jest ona niezastąpioną. Rozwój zatem techniki lotniczej wykazuje ogromny wpływ na taktyczne zastosowanie wojsk, komplikuje znacznie operacyjne metody (maskowanie, obrona plotnicza). Równolegle z rozwojem awjatyki rozwija się broń przeciwlotnicza (artylerja i k. m.) i jej sposoby strzelania oraz chwytania celów.

Złożony charakter nowoczesnej walki spowodowany nagłym postępem techniki lotnictwa, czołgów, artylerji oraz środków inżynieryjnych i chemicznych — wyraża się głównie w szybkości rozwinięcia się walki, w rozciągnięciu jej wgłąb, w zmianie charakteru frontu zetknięcia się mas walczących (poszczególne ogniska walki), w szybkich zmianach sytuacyj i w wielkiej trudności zachowania łączności. Zachodzą jeszcze duże trudności w zapewnieniu należytego zaopatrzenia wojska i zabezpieczenia go od napadów powietrznych i pancernych. Dużo uwagi poświęca się sprawie niszczenia oraz odbudowy dróg komunikacyj (mechanizacja pracy).

Rozwój tych różnorodnych głównych i pomocniczych środków technicznych wymaga od dowódców dokładnej znajomości ich zastosowania; bardzo złożone warunki walki *zmuszają do pogłębienia wiedzy technicznej na wszystkich szczeblach dowództwa*. Należy ponadto mieć na uwadze, że postęp w tym kierunku nie zatrzymuje się, lecz nadal szybko kroczy naprzód, na polu walki zjawią się nowe środki, a stare środki otrzymają nowe cechy; należy spodziewać się wielu niespodzianek, co wymagać będzie wykrycia równie szybko nowych środków przeciwdziałania i nowych metod taktycznych. Podstawą powodzenia będzie zawsze wysoka *kultura techniczna* kierownictwa: znajomość konkretna technicznych i taktycznych cech istniejących środków walki, zainteresowanie się głębokie wszelkiemi nowościami w tym kierunku.

2) *Zagadnienie odnowienia luf działowych (rdzeniowanie).* — M. Aławierdow.*)

W dążeniu do przewagi broni własnej nad sprzętem przeciwnika często stawia się tak wysokie wymagania techniczne od przedmiotów uzbrojenia, że ich wyrób zostaje nadzwyczaj utrudniony i kosztowny. Zpośród wyrobów sprzętu artyl. najwięcej odpowiedzialnym, trudnym do wykonania i drogim przedmiotem jest lufa działowa. Z bloków przeznaczonych na lufę i jej części składowe (rura rdzeniowa, obsada, pierścienie) użyte zostaje pożytecznie 12—13% (przykład: na lufę arm. 3" ważącą 400 kg potrzeba bloków o ciężarze 3610 kg, reszta to odpadki odlewu, odkucia i toczenia). Wzrost mocy i zużycia luf wysunął zagadnienie ekonomicznego ich odnawiania. Każde działo zależnie od wytwarzanego w lufie ciśnienia, ma ograniczoną długotrwałość bojową (od kilkudziesięciu do kilku tysięcy strzałów). Pierwotnie odnawiano lufy sposobem przerurowania, czyli zamiany rury rdzeniowej na nową (wywierceniem lub rozmontowaniem), obecnie stosuje się rdzeniowanie (koszulkowanie) czyli przetoczenie lufy i wstawienie rdzenia (duszy) o cienkich ściankach nastałe lub wymiennie; zwłaszcza to ostatnie — jako mające szereg widocznych zalet w porównaniu z dawnym sposobem odnawiania luf zużytych (zamienność w polu). Sposób ten należy stosować dla armat do kalibru 120 mm (w Italji stosują do arm. 203 mm) i dla haubic do 150 mm. Inne kalibry powinny posiadać zapasowe dostosowane indywidualnie rdzenie (?). Grubość ścianki rdzenia wymiennego wynosi 0,1—0,15 kalibru, luz między obsadą 0,1—0,3 mm. Umocowanie rdzenia w lufie obsadowej uskutecznia się zapomocą zatyczek lub wpustek i rowków; wkładanie i wyjmowanie ręczne przy pomocy prostych przyborów. Stal na rdzenie posiada granicę sprzężystości 80—90 kg/mm^2 przy czem rdzenie są samoczynnie wzmacniane. Zewnętrzny kształt rdzenia bywa stożkowy (3/100) albo walcowy, bądź to o stałej średnicy, bądź też z uskokami.

3) *W sprawie zużycia luf działowych.* Zużycie luf uwydatnia się obniżeniem balistycznych własności działa (spadek V_0, donośność, celność); granica dopuszczalna zużycia nie jest ściśle ustalona, przyjmuje się tu zwykle spadek szybkości początkowej o 10%. Zużycie powstaje wskutek tarcia pocisków oraz nagryzania gazami o wysokiej temperaturze i ciśnieniu; a zatem więcej zużywają się armatnie lufy dużego kalibru, zwłaszcza armat przeciwlotniczych. Łoża działowe są znacznie trwalsze od luf (dla arm. pol. o jakie 50%). Oto liczby orjentacyjne

---

*) p. Wiad. Techn. Art. Nr. 19, str. 118 oraz książki: Aławierdow „Samoskreplenje i lejnirowanje orudij" 1932 r. Adakin i Dawydow: „Proizwodstwo artil. sistiem" 1932 r.

art. plotn. (na podstawie źródeł niem.) dla stali chromo-niklowej, przy spadku szybkości początkowej o 10%:

arm.	75 mm L/45	pocisk	6.5 kg	V_0 = 700	ilość strzałów	4500
„	75 mm L/55	„	„	810	„	2800
„	88 mm L/45	„	10 kg	750	„	3000
„	105 mm L/45	„	16 kg	750	„	2000
„	105 mm L/50		„	800	„	1600

O wykorzystaniu luf zużytych opisuje gen. Charbonnier przez zastosowanie pocisków gwintowanych.*)

4) *Przybory artyleryjskie.* — E. Kondratjew. Poprawiacz automatyczny syst. Panka, licznik Smysłowskiego, licznik Sarkisjana.

5) *Karabiny automatyczne zagraniczne.* — N. Blinczikow. — (ameryk. Pedersena, czeski Z. H. 29, włoski Scotti).

6) *Pociski małokalibrowe do wstrzeliwania.* — E. Iwanow. Opis niemieckich pocisków uderzeniowych i czasowych.

7) *Najdogodniejszy sposób zasilania r. k. m.* (magazynek czy taśma). — M. Jerofiejew.

8) *Przeszkody naelektryzowane i środki walki z niemi.* — W. Jaworskij (elektryzacja drucianych zasiek, gruntu, wody i t. d.).

9) *Zelektryfikowana wojna.* — gen. Fuller (tłum. z ang. wg. „Royal Tank Corps Journal" XI/32).

Opierając się na wielokrotnem już dziś zastosowaniu elektryczności, zwłaszcza fal elektro-magnetycznych, można puścić wodze fantazji i przewidywać dalszy rozwój użycia elektrycznej energji np. w przenoszeniu obrazów, przedmiotów, energji różnej na dalekie odległości. Przechodząc od możliwości do prawdopodobieństwa autor rozważa ewent. zastosowanie elektryczności na wojnie w 3-ch kierunkach: wywiad, przekazywanie planów działania, transport środków bojowych.

Najlepszym środkiem dla dokonania wywiadu (rozpoznania) jest obecnie płatowiec; wiadomości swoje dostarcza on zapomocą radjo; lecz takie dostarczanie zdobytych wiadomości wymaga pewnego czasu (odczytania szyfru lub rozmowa ze zwiadowcą); chociaż coprawda czas ten jest bardzo krótki, ale w ciągu tego czasu szybkobieżne cele poruszą się na dość znaczne odległości. Sposób więc ten należałoby zastąpić innym jeszcze szybszym — powiedzmy „wskaźnikiem samoczynnym": lotnik posiada przed sobą mapę nawiniętą na wałku, a zpomocą ruchomego wskaźnika oznacza na tej mapie odnośne miejsca wraz z czasem obserwacji. W sztabie oddziału na mapie o większej podziałce samoczynnie znaczą się wskazania zwiadowcy i czas ich obserwacji. Podobny przyrząd posiada zwiad czołgowy i znaczy na mapie innym kolorem swoje wiadomości.

Dowódca przy użyciu podobnego rodzaju przyrządu będzie przekazywał swe zamiary podwładnym, bez pisemnych rozkazów, a zpomocą szeregu znaczków (w razie potrzeby i słów), przerzucając je na ich mapy i dostrajając swój przekaźnik na odpowiednią skalę żądanego odbiornika.

Transport broni siłą ludzką jest sposobem już przestarzałym; znacznem ulepszeniem jest przewóz broni wraz z ludźmi na czołgach — lecz i to jeszcze nie jest ideałem, do którego dążyć się powinno. Centralnem zagadnieniem przyszłej wojny

*) p. „Najnowsze zdobycze techniki artyl." Uzupełnienie I-e. 1932 r.

jest *usunęcie elementu ludzkiego*, tej nerwowej i tchórzliwej istoty, tego fundamentu wszystkich wojen w przebiegu historji.

Mechanizacja, chemizacja i elektryfikacja — są to środki dla osiągnięcia celu, którym jest zwycięstwo nad instynktem samozachowawczym i kierowanie tym instynktem. „Maszyna-robot" ma zastąpić człowieka, lecz będzie ona kierowana jego rozumem. Wojna stanie się, w większym jeszcze niż dzisiaj stopniu, rywalizacją metali. Istnieje wszak dążność do coraz to mniej bezpośredniej styczności człowieka z bronią (miecz a broń palna). Okaże się rzeczą możliwą kierowanie baterjami z odległości. Jak motoryzacja usunęła konie, tak elektryfikacja sprowadzi element ludzki do minimum. Szczególnie ważne znaczenie będzie miało usunięcie elementu ludzkiego z płatowców atakujących ważne punkty strategiczne; atakiem tych bezosobowych torped powietrznych kierować będzie centrala, unosząca się również w powietrzu. Te powietrzne straszydła staną się uosobieniem zniszczenia. Organizacja wojenna upodobni się do ośmiornicy: kadłub jej — to mózg dowodzenia, a macki — to metal kierowany elektrycznością. Dane dla wywiadu otrzymać będzie można telewidztwem, i ani w powietrzu, ani na ziemi nie będzie nigdzie żołnierzy jako wojowników w dzisiejszem znaczeniu; gdzieniegdzie umieści się „dziesiętnik" (majster) kierujący pracą maszyn, podobnie, jak jeden dozorca w centrali hydraulicznej wodospadu Niagary z pomocą tablicy rozdzielczej kieruje pracą miljona koni mechanicznych, wykorzystaną w fermach, domach i fabrykach, odległych na setki kilometrów.

W tym oto kierunku pójdzie zapewne przyszła wojna.

10) *Zastosowanie bojowe dymów nieprzezroczystych.* — M. Helij.

Opis ich składu, przyrządów dymotwórczych, wpływ warunków atmosferycznych na ich użycie, zastosowanie maskujące i oślepiające; zastosowanie dymów przy natarciu, obronie i odwrocie; zachowanie się wobec dymów przeciwnika, zastosowanie w lotnictwie.

11) Ewolucja pocisków chemicznych — M. Jefimow (typy niemieckie, francuskie, angielskie, amerykańskie).

12) Moździerze (miotacze) chemiczne — A. Tałakin.

Wojna światowa, wśród całego szeregu nowych środków walki, stworzyła *miotacze chemiczne*. Pojawiły się one w 1915 r., jako miotacze 4,2" (107 mm) syst. ang. kpt. Stokes'a. Na skutek swej prostoty i innych znanych zresztą powszechnie zalet, ten typ broni rozszerzył znacznie sferę swego zastosowania i stał się okopową bronią piechoty, strzelającą pociskami odłamkowo-kruszącemi, dymnemi oraz chemicznemi. Przy ogniu pociskami chemicznemi ważną zaletą tej broni jest stosunkowo duża jej szybkostrzelność (15—20 na minutę), bo skuteczność działania mierzy się tu nie czasem trwania a ilością kg na hektar w minucie. Drugą ważną zaletą jest niewielki ciężar, pozwalający na łatwe zmasowanie tej broni i szybką zmianę stanowisk.

Chociaż pociskami chemicznemi ostrzeliwuje się całe pola, jednak i tu wymaganą jest pewna celność, ze względu na siłę koncentracji zawartości pocisków. (Siła trująca chmurki pocisku 75 mm sięga np. do 50 m, 150 mm — do 100 m od punktu rozprysku i w kierunku wiatru). Wymagana koncentracja iperytu wynosi od 10—200 kg na 1 hektar w ciągu ½ godziny, zależnie od zadania (zmniejszenie aktywności przeciwnika, paraliżowanie lub zniszczenie zupełne); zakażenie miejscowości wymaga 100—200 kg iperytu na 1 ha, lecz czas trwania ognia rozciąga się do 2 godzin. Ataki gazowe przy zastosowaniu fosgenu powinny trwać za-

ledwie 2 minuty, przy użyciu 180 kg/ha i wietrze do 4 m/sek. (odległość bezpieczna wynosi około 1 km).

Dla utworzenia zasłony dymnej z pocisków fosforowych 75 mm wymagane jest zużycie 16 poc. na minutę, a dla jej podtrzymania — 4 poc. na minutę; wytworzy to zasłonę szerokości 60 m (wiatr czołowy) do 450 m (wiatr skrzydłowy). Odnośne liczby dla pocisków 107 mm wynoszą: 12 poc. na minutę dla stworzenia zasłony i 3 dla podtrzymania zasłony szerokości 75 m i odpowiednio 650 m.

Jeżeli chce się utrzymać w ciągu 30 minut zasłonę szerokości 1000 m, należy zatem zużyć, zależnie od kierunku wiatru 285 — 2270 poc. 75 mm lub 160 — 1150 poc. 107 mm, co wymaga użycia 12 — 18 miotaczy.

13) O konserwacji luf karabinowych — M. Fomienko.

14) Numer czasopisma zawiera ponadto *artykuły poświęcone propagandzie techniki wojennej,* jako to o modelach potrzebnych przy nauce, o metodach pracy w kółkach propagandy, o zabezpieczeniu wynalazcom fachowych rad, trybuna wymiany praktycznych wiadomości między wynalazcą a racjonalizatorem.

15) W dziale zagranicznych nowości nadmieniono o aparacie podsłuchowym firmy włoskiej Gallino, połączonym z prożektorem. Aparat ten przekazuje b. czyste dźwięki.

TIECHNIKA I WOORUŻENJE — marzec 1933 r.

Numer ten poświęcony jest sprawom techniki łączności. Z dziedziny uzbrojenia znajduje się jeden tylko artykuł:

Karabiny lotnicze zagranicą — J. Enwald.

Uzbrojenie strzeleckie płatowców stanowią k. m. kalibrów 6,5 — 8 mm. Najwięcej rozpowszechnione są k. m. 7,7 mm. Lewisa i Vickersa; pierwszy z nich oparty na zasadzie działania gazów, posiada magazynki bębnowe na 47 lub 97 nabojów i ma szybkostrzelność 500 — 600 na minutę; drugi oparty na zasadzie siły odrzutu ma naboje w taśmie i szybkostrzelność 520 — 540 nabojów, w wyjątkowym wypadku do 960 (z przyśpieszaczem). Oba te k. m. są na uzbrojeniu lotnictwa Anglji (Vickers 0,5") Francji, Italji i wielu innych krajów. Francuzi ponadto używają k. m. Darne'a, a Włosi — k. m. Breda. Amerykańskie lotnictwo stosuje 0,3" k. m. Lewisa, Marlena oraz Browninga (12,7 mm). Pod względem ilości k. m. na płatowcach myśliwskich i zwiadowczych spotyka się instalacje 2 — 6 k. m., na bombowcach do 6, wyjątkowo 12 i 14 oraz 1 — 2 armat.

K. m. doświadczalne nowszych konstrukcyj są to systemy Vickers-Barbier i Beardmore-Farkuhar (angielskie), Hotchkiss (franc.), Sia, Brigsia, Fiat-Revelli (włoskie), Gast (niem.), Madsen (duński); kalibry ich dochodzą do 15 mm. W artykule podana jset tabela danych konstrukcyjnych i balistycznych 26 różnych typów k. m. lotn. oraz tabela danych dla ich amunicji. Zwiększenie szybkostrzelności osiąga się zapomocą przyśpieszacza (do 1200 strzałów na minutę, są dążenia—do 1500) lub łączeniem kilku k. m. na jednej podstawie.

Pod względem konstrukcyjnym przeważnie k. m. lotnicze nie wiele się różnią od k. m. naziemnych, istnieją jednak specjalne systemy (np. dwulufowe, popędzane od motoru i t. p.). Zasadnicze różnice polegają na następujących cechach: chłodzenie powietrzne bez radjotora, zmniejszony ciężar przez usunięcie niektórych części, specjalne podstawy nieruchome lub obrotowe, specjalne celowniki (poprawki na szybkość celu i szybkość własną), magazynki o dużej pojemności, synchronizacja ze śmigłem (lub umieszczenie k. m. na skrzydłach płatowca).

Artylerja lotnicza składa się głównie z automat. armatek 20—25 mm np. syst. Oerlikon, Madsen, Hotchkiss, Fiat, Holend. Tow. Przem. i Handlu i t. p. szybkostrzelność dochodzi do 350 na minutę, szybkość początkowa do 1000 m/sek. (Hotchkiss), ciężar tych działek nie przewyższa 53 kg, ciężar pocisku 130—220 g. Ponadto bywają działka kalibru 37 mm, 47 mm i wyżej.

W. V.

Stany Zjednoczone.

ARMY ORDNANCE — styczeń, luty 1933 r.

1) *Wspomnienia ubrojeniowca* — o dążeniach amerykańskich do ustalenia pokoju. — N. Baker, b. minister wojny. Przemowa wygłoszona na XIV dorocznym zjeździe Stow. Uzbr.

2) *Użycie maszyny w walce.* Możliwości i ograniczenia wyposażenia zmechanizowanego. — Gen. D. Mac-Arthur, szef Sztabu Gł.

Mechanizacja wojska jest ważnem zagadnieniem tak dla wytwórcy broni, jak i dla taktycznego jej użytkowania. Faktem jest, że przemysł amerykański, dzięki własnym dociekaniom i środkom, we współpracy z technicznemi służbami wojska, umożliwił postęp techniczny w wyposażeniu mechanicznem w czasie pokoju, co ma żywotny wpływ na przyszłe prowadzenie wojny.

W ostatnich latach żaden zapewne przedmiot nie zajął tak uwagi badaczy wojskowych, jak dostosowanie szczególnych właściwości wozów motorowych do wymagań walki. Możliwość wzrostu siły bojowej i zaoszczędzenia siły ludzkiej, dzięki maksymalnemu wykorzystaniu maszyn, — są wszędzie i stale przedmiotem pilnych badań.

Włączenie do formacyj wojskowych wozów motorowych jedynie w celach transportu wojsk i przedmiotów zaopatrzenia znane jest pod nazwą „motoryzacji", a ich zastosowanie na polu walki, jako broni istotnej, — nazywa się „mechanizacją".

W ostatnim roku budżetowym postęp w kierunku mechanizacji wojska amerykańskiego polegał na nabyciu 7 wozów bojowych „Christie" kołowo-gąsienicowych kosztem 262.000 dol. i 12 samochodów pancernych najnowszego typu za cenę 190.000 dol. (W chwili podpisywania rozejmu rząd St. Zjedn. sporządził był umowę na wyrób 19.000 czołgów dla kampanji w 1917 r.).

Celem ułatwienia doświadczeń i studjów połączono Szkołę Czołgów i Komisję Czałgów ze Szkołą Piechoty na forcie Benning (Ga). Podobne centrum badań dla kawalerji stworzono na forcie Knox (Ky).

Autor rozważa warunki, które spowodowały narodziny *czołgów* oraz postęp, dokonany w zastosowaniu ich idei do potrzeb wojska. Siła ognia broni nowoczesnej jest tak wielka, że gdy broń ta jest należycie umieszczona na umocnionych obronnych stanowiskach, — żywa dusza nie może się ostać w granicach zasięgu jej skutecznego działania. Tak zorganizowany ogień, oparty głównie na ogniu krzyżowym k. m., z poparciem ognia artylerji, jest zasadniczą przeszkodą dla ruchu na polu walki i dopóki nie zostanie przerwany lub stłumiony, — jest on zdolny powstrzymać wszelkie nieopancerzone i bezpośrednio atakujące na obronną pozycję masy.

Aż do pierwszych lat wojny światowej prawie jedyną metodę zastosowaną do tłumienia ogni obronnych było skupienie przez atakującego przeważających

sił artylerji. Dopóki donośność i skuteczność broni małokalibrowej były takie, że narzucały obronie stosowanie formacyj materjalnie linjowych, ta metoda odnosiła sukcesy i skłoniła siły atakujące do szukania przewagi w udoskonaleniu szczegółów. Lecz ze wzrostem skuteczności broni palnej siły obronne były w możności podzielić swe formacje wgłąb i kłaść ogień wszystkich jednostek na pasie przed główną pozycją. Bombardowanie artyleryjskie musiało pokrywać zatem coraz to większe pola, obrońcy zaś czynili maximum użytku z nierówności terenu i sztucznych ukryć. Ruch wielkiej ilości sprzętu, potrzebnego do wykonania skutecznego natarcia, uprzedzał przeciwnika o grożącem niebezpieczeństwie decydującej akcji. Aby uniknąć zaskoczenia, obrona mogła koncentrować odwody, które ograniczyłyby sukces początkowej przewagi atakującego. Szturmy, nawet miejscami udatne, stawały się prawie niewykonalnie kosztowne pod względem użycia ludzi, sprzętu i czasu. Wreszcie zagadnienie to stało się tak nieproporcjonalnie trudnem, że gdy niemożność ruchów oskrzydlających na froncie zachodnim ograniczyła wszelkie ruchy ofensywne do ataków czołowych, a metoda bombardowania artyleryjskiego nie doprowadzała do realnych wyników, — strony wojujące musiały uznać stan faktycznej stabilizacji i równowagi wobec metod wówczas stosowanych i panujących warunków. W rozpaczliwem poszukiwaniu za jakąś bronią nową, któraby mogła przywrócić wyższość siły w wykonaniu ataku, Niemcy uciekli się do użycia gazów, która to metoda została zwalczana sprzętem ochronnym i spotkała się z odwetem. Sprzymierzeni zaś wysunęli motorowe wozy pancerne, zdolne do ruchu po bezdrożach i po polach walki.

Ruchomy pancerz, po upływie wieków, wrócił znów na pole walki, bo znaleziono wreszcie sposób transportu przez dowolny teren tarcz ochronnych, mogących zatrzymać pociski karabinowe. Ten rozwój był jednak powolny i mozolny z powodu zawikłanej technicznie natury potrzebnego sprzętu.

Od dnia, gdy na froncie zachodnim pojawił się *czołg*, ten pierwotnie niezgrabny, nieudolny, zawadzający mechanicznie i bardzo powolny wehikuł opancerzony, — specjaliści techniczni we wszystkich wojskach poświęcali swą uwagę stworzeniu całkiem dogodnej maszyny bojowej. Ponieważ te wysiłki osiągnęły pewien stopień powodzenia, powstała myśl zastosowania takiej broni w przedsięwzięciach taktycznych innego rodzaju. Dążenie do osiągnięcia zwycięstwa nakłada na wojsko konieczność podjęcia urozmaiconych akcyj, zgrupowanych w różne kategorje. Musi ono prowadzić skuteczny wywiad i kontr-wywiad od początku kampanji; musi poruszać się szybko w pożądanych kierunkach; skupiać swój personel i sprzęt w miejscach krytycznych; utrzymywać mocno we władaniu tereny, potrzebne do osiągnięcia sukcesu, walczyć maksymalną siłą ognia i uderzenia; wykorzystać szybko i zdecydowanie każdą uzyskaną przewagę. Różne bronie zorganizowano, zaopatrzono i wyćwiczono do wykonania pewnej części zadania. We wszelkich akcjach dwie główne zasady, które przyczyniają się do powodzenia, są to: szybkość ruchu i siła działania. Podwyższyć je — jest stałem dążeniem odpowiedzialnych czynników w każdej gałęzi służby.

Na polu rozpoznania wziął udział w zespole walczącym *płatowiec* z niewątpliwą zdolnością do spełniania wielu misyj, które przed wojną światową spadały wyłącznie na kawalerję oraz — wielu innych dodatkowych, których poprzednio nie można było wogóle wykonać. W dostarczeniu wiadomości głębokiego wywiadu, dotyczących ogólnych rozporządzeń przeciwnika, przysługi jego są obecnie niezastąpione i niezbędne. Przy pomyślnych warunkach może płatowiec wykony-

wać swe zwiady ponad dowolną częścią nieprzyjacielskiego terytorjum, przez cały czas trwania kampanji, nawet w czasie walki i — dostarczać broniom głównym różne ważne wiadomości, inną drogą nie do uzyskania.

Chociaż siły powietrzne, oprócz swych wielu taktycznych i strategicznych zastosowań, zastępowały kawalerję w pewnych dawnych jej czynnościach, nie mogą one jednak zapewnić wojskom lądowym niezaprzeczone władanie terenem leżącym blisko przeciwnika, w którym to terenie ma się odbyć manewr armji. Do tego celu są jeszcze konieczne wysoce ruchliwe siły zbrojne, aby przykryć wolniejszy ruch sił głównych armji. Było to zawsze zadaniem *kawalerji*, używającej koni jako środka szybkiego transportu i często jako broni uderzającej w ataku. Co dotyczy ostatniej roli kawalerji, to nowoczesny pocisk karabinowy przepędził konie z pola walki, a co do pierwszej roli — to stopień pożyteczności tejże nawet się obniżył. Lecz tradycyjna misja kawalerji — krycia, następowania lub odwrotu głównych sił, przeprowadzenie rozpoznania naziemnego i wykorzystanie zwycięstwa przez pościg za rozbitym przeciwnikiem — pozostały niezmienione.

Zainteresowanie kawalerji mechanizacjąześrodkowało się więc głównie na wozach pancernych i terenowych, mających dużą ruchliwość strategiczną; jej siła walcząca i ruchliwość taktyczna stoją tu na drugim planie.

W obecnej chwili czynione są doświadczenia, mające na celu zastąpić konia maszyną, lecz ta zamiana kawalerzysty w mechanika wymagać będzie długiego przeciągu czasu i zostanie dokonana wówczas, gdy stworzy się maszyny zdolne do wykonania wszelkich funkcyj kawalerji, i maszyn tych będzie poddostatkiem; czego oczywiście nie można dokonać nagle. Tymczasem kawalerja jako taka spełnić musi pewną misję, zwłaszcza w pierwszych stadjach wojny lub w terenie nienadającym się do ruchów istniejących obecnie wozów motorowych, i dla tego w obecnej chwili musi być jeszcze zachowana na wypadek wojny, chociaż zapewne w przyszłości koń stopniowo będzie rugowany z szeregów wojska.

Działalność *piechoty* w jej rozwoju postępowała krok w krok za pierwotną myślą, dzięki której zjawił się czołg w 1915 r. na zachodnim froncie. Na tę broń zawsze spadało zadanie impetu natarcia celem usunięcia przeciwnika z obronnych pozycyj. Idealna maszyna do pomocy w tej akcji musi mieć wysoki stopień ruchliwości taktycznej, nawet za cenę zmniejszenia ruchliwości strategicznej. Ponieważ największą przeszkodą dla taktycznej ruchliwości jest zapora ogniowa obrony, istotną koniecznością w czołgu szturmowym jest wystarczający pancerz, chroniący od przygniatającej masy ognia z wszelkich typów broni małokalibrowej. Mocniejszy pancerz jest niepraktyczny, bo wzrost grubości pancerza pomniejsza ruchliwość wozu; pancerz przeciw pociskom dział lekkich unieruchomiłby całkiem każdą maszynę używanych rozmiarów. Dla ochrony od tego rodzaju pocisków — czołg musi zaufać swym szybkim ruchom, oprzeć się na zaskoczeniu i wsparciu działań własnych oddziałów.

Artylerja również dokonała dużego postępu w zamianie zwierząt pociągowych maszynami, i można przewidywać rychłą motoryzację całej artylerji polowej. Z powodu natury swego przeznaczenia i wyposażenia, broń ta nie interesowała się ulepszeniem pancerzy ochronnych dla swego personelu. Głównem jej zagadnieniem jest ruchliwość, a poszukiwanie zadawalających wozów bojowych opierało się na kompromisie między bezpieczeństwem opancerzenia a szybkością jazdy i ruchliwością po bezdrożach.

W rozważaniu rozmiarów, do jakich teorja mechanizacji może znaleźć praktyczne zastosowanie, należy zwrócić uwagę na oczywiste *ograniczenia* opancerzonych wozów motorowych. Jednem z nich jest niezdolność do pokonania pewnych rodzai terenów: błota, góry, gęste lasy, rzeki, grunt bardzo wyboisty — są zwykle istotną dla nich przeszkodą; na takich terenach bronie główne muszą operować bez pomocy jednostek zmechanizowanych. Innym ważnym czynnikiem jest brak wspierającej obronnej siły w takiej maszynie, czy to opancerzonej, czy nie. Umieszczone na wysuniętych stanowiskach, łatwo stają się łupem ognia artyleryjskiego, a ich przydatność w walce jest ograniczona do sytuacyj wymagających ciągłego ich ruchu. Dla obrony pewnego stanowiska ważne znaczenie mają jednostki, zdolne do uczynienia maximum użytku z terenu dla ochrony i — do dostarczenia przemożnej koncentracji ognia przeciw atakującemu. Innemi słowy, dopóki zachodzi w walce potrzeba zdobycia, utrzymania i obrony pozycji lub pewnego odcinka, — oddziały mające własności piechoty i artylerji są elementami niezbędnemi. Lecz i tu nic niema stałego w wyćwiczeniu, wyekwipowaniu i organizacji.

Jeżeli atak ma być poparty przez silne zmechanizowane jednostki, nieuchronny rozwój w zaopatrzeniu piechoty musi być skierowany ku włączeniu większej ilości *broni przeciwczołgowej*. To pociągnie za sobą równoległe zmiany w organizacji, wyszkoleniu i metodach transportu.

Postęp w rozwoju wozów bojowych, jako tworów nowych, szybko kroczy naprzód wraz z postępem mechaniki stosowanej. Najlepsze czołgi z czasów wojny światowej są obecnie już przestarzałe, i z wielką pewnością można przewidzieć, że typ dzisiaj najlepszy za lat kilka będzie miał małą wartość względną. Być może, iż ustabilizowanie pewnego modelu będzie trwało czas dłuższy, t. j. istnienie jego będzie dłużej zachowane. W obecnych warunkach wszelkie dążenia do stworzenia wielkich jednostek, zaopatrzonych w najlepsze modele wozów bojowych pociągnęłoby za sobą wymianę dużej ilości ekwipunku co parę lat, co byłoby oczywiście rzeczą niepomiernie kosztowną.

Drugim czynnikiem, komplikującym zagadnienie projektowania czołgów, jest stały postęp w wykonywaniu pocisków o nadzwyczajnych własnościach przebijających. Osiągnięcie szybkości 1700 m/sek. pozwala spodziewać się, że zdołają one przebić każdy pancerz dzisiejszych czołgów i innych wozów bojowych. Jeżeli to ulepszenie będzie można zastosować ogólnie do wszelkich typów broni małokalibrowej, to budowa czołgów i cała teorja mechanizacji podlegać będzie musiała zmianom rewolucyjnym.

Wobec tych rozważań obecny postęp w sprawach mechanizacji musi polegać głównie na wykonaniu najlepszych wzorcowych modeli; na dokładnem przygotowaniu zawczasu szybkiej ich produkcji w razie potrzeby; na uzyskaniu co roku dostatecznej ilości dla doświadczeń taktycznych i dla rozwoju doktryny taktycznej jednostek zmechanizowanych; na nastawieniu całego wojska na metodę współpracy, aby wykorzystać całkowicie nieodłączne zdolności tych maszyn i poznać ich nieuniknione słabe strony. Natychmiast po wojnie piechota zwłaszcza miała dużo trudności w ustaleniu danych charakteryzujących odpowiedni czołg piechoty. Wpływ doświadczeń wojny był jeszcze przemożny i dawała się odczuwać potrzeba istnienia grupy maszyn wielkich i potężnych obok dużej ilości mniejszych. Wielka ilość studjów i dyskusyj doprowadziła do wykonania przez Dep. Uzbr. dwóch średnich czołgów (22 tonn), łączących w sobie główne cechy ciężkich i lekkich

czołgów z wojny światowej. Wybrano też pierwszy model czołgu Christie o podwoziu kołowo-gąsienicowem.

Były to do 1927 r. jedyne czołgi powojenne; koszt ich był niepomiernie znaczny z powodu doświadczalnej natury projektów. Następnie zwrócono uwagę na wykonanie wozów szybszych o mniejszym tonnażu. Każde doświadczenie dostarczało cennych wskazówek, i następne modele stopniowo zbliżały się do wymaganego typu.

Pierwsza maszyna, która zapowiedziała możliwość więcej rozciągłych doświadczeń była to typu T_1 E_1. W 1928 r. wykonano ich 6 sztuk (4 bojowe i 2 ciężarowe), które jednak pod względem szybkości jazdy jeszcze nie zadawalały. Model zaś Christie, chociaż nadzwyczaj szybkobieżny, był bardzo zawodny ze stanowiska mechanicznego; dzięki swej szybkości czołg ten więcej niż każdy inny mógłby może wyrugować konia z kawalerji. Wady jego mechaniczne zostały częściowo usunięte, i postanowiono uzyskać pewną ich ilość dla prób, — nabyto więc 7 sztuk w roku zeszłym, i są one obecnie w próbach w piechocie i kawalerji. Powstające wady uniemożliwiają jeszcze przyjęcie ich na uzbrojenie, lecz jest nadzieja, że modele ulepszone wytrzymają próby pomyślnie (ma się ich zakupić jeszcze 5 sztuk).

Wozy pancerne udały się lepiej, tu bowiem zachodzi mniej trudności technicznych. Od 1928 r. wykonano 23 sztuki ostatniego typu; odpowiadają one wymogom (zwłaszcza wozy o napędzie 4-ro kołowym). Koszt doświadczeń i zakupów wozów bojowych od 1920 r. wyniósł 2 miljony dolarów, i chociaż wykonano ich niewielką ilość, osiągnięto olbrzymi postęp w kierunku wykonania zadawalającego modelu wzorcowego.

W razie wojny z początku mechanizacja zastosowana będzie w mniejszym zakresie (odpowiednie operacje należy przewidzieć), nim można będzie użyć maszyn w należycie zwiększonej ilości. W tym sensie czynione być muszą przygotowania do przystosowania przemysłu, czyli do jego mobilizacji osobowej i materjalnej.

Następnie autor wskazuje na nadzwyczajny rozwój w produkcji *ciężkich płatowców bombardujących*. Dźwigają one dzisiaj po 900 kg bomb i 4 osoby załogi, lecą z szybkością do 265 km/godz. i mają promień zasięgu 800 km. Znaczenie tego postępu można ocenić, gdy się zważy, że zaledwie przed 2-ma lub 3-ma laty płatowce te miały szybkość 160 km/godz. i promień działania 400 km.

W St. Zjedn. czynione są dalsze ulepszenia w *działach przeciwlotniczych* i w ich aparatach kontroli ognia, co doprowadza do zdumiewających wyników.

Dużo wysiłków poświęcono też ulepszeniu półautomatycznego *karabinu Garanda* w zastosowaniu do amunicji normalnego kalibru.

Cały szereg innych przedmiotów uzbrojenia podlega badaniom i ulepszeniom, począwszy od delikatnych aparatów radjowych dla łączności między szybkobieżnemi wozami bojowemi — aż do ciężkich dział obrony wybrzeży.

Siłę, jaką ludzie wykazują na wojnie, można przedstawić jako algebraiczną sumę różnych składników, jako to: kierownictwa, liczebności, ducha wojska, organizacji, ruchliwości, wyćwiczenia, jakości i ilości broni i ekwipunku. Lecz najskuteczniejsza broń wtedy tylko uczyni wojsko sprawnem, jeżeli jest właściwie zastosowana.

3) Artylerja w czasach klasycyzmu, — jej wpływ na mechanizację w XX stuleciu. — Gen. J. Fuller.

4) Pancerz przeciw pociskom — nowoczesny rozwój płyt pancernych lekkich i amunicji pancernej, — mjr. uzbr. G. Wilhelm.

Płyty pancerne lekkie używane na czołgach i samochodach pancernych są zasadniczo podobne do ciężkich pancerzy okrętów. Trudności techniczne wyrobu wyciekają stąd, że płyta taka jest właśnie cienką a nie grubą. Są 2 klasy płyt pancernych: w jednej utwardzenie dokonane jest tylko na stronie zewnętrznej, w drugiej — twardość jest jednakowa w całej masie (płyty o hartowanych powierzchniach i płyty jednorodne). Dla płyt cienkich używa się typu jednorodnego, bo powierzchnia płyt hartowanych zewnętrznie ma dążność do odpryskiwania jak szkło pod uderzeniem pocisków; pod tym względem cienka płyta jednorodna jest odporniejsza.

Pociski pancerne broni małokalibrowej powinny przebijać pancerz bez zgniecenia swego rdzenia. Posiadają one płaszcz melchjorowy i rdzeń stalowy specjalnie hartowany, aby ostrze było dość twarde do przebicia płyty, a część tylna dostatecznie przeciwstawiła się odkształceniom; wymiary średnicy mają tolerancje do 0.005 mm. Stal rdzeni zawierać powinna 3% wolframu, lecz z powodu braku tego pierwiastka próbują wykonywać stale węgliste z dodatkiem chromu i molibdenu o podobnych własnościach. Pociski pancerne działowe płaszczy nie mają.

O ile pocisk nie przebija pancerza, rdzeń jego połamie się lub pokruszy. Uderzający pocisk może odbijać z tylnej strony płyty „drzazgi" i płatki różnego rodzaju.

Zasadniczo pocisk pancerny 0,3" przebija płytę 12 mm z odległości 100 m, lub płytę 6 mm z odległości 450 m; kaliber 0,5" przebija 24 mm z odległości 100 m i 12 mm z odległości 900 m.



Rys. 1.

Rys. 1 przedstawia fotografję iskrową uderzenia pocisku 0,3" w płytę klasy I B z szybkością 800 m/sek. (czas ekspozycji 1/2.000.000 sek.), — masa mglista pochodzi z cząsteczek płaszcza i ołowiu otaczającego stalowy rdzeń pocisku, przyczem cząstki te rozpalają się do białości. Energja uderzenia zwykłej amunicji nie bywa zwykle wyzyskana: pocisk wz. 06, który spłaszcza się o płytę pancerną, może przebić 69½ desek sosnowych grubości po 20 mm (szybkość 800 m/sek.), czyli razem około 1400 mm. Przy szybkościach t. zw. krytycznych, ponad 1000 m/sek., nawet amunicja zwykła przebija płyty pancerne. Trzy główne czynniki mają wpływ na przebijalność pocisków: twardość rdzenia, kształt szpica i stateczność. Zbyt jednak twardy rdzeń staje się kruchym, i dla bardzo dużych szybkości lotu raczej pożądane byłyby rdzenie miększe. Kształt i twardość szpica

pocisku zależy od typu płyty pancernej (np. długi i ostry — wymagany jest dla płyt miększych i pod kątem prostym uderzenia). Nieznaczna nutacja pocisku zwiększa efekt przebijalności.

Dla płyt pancernych ważne są następujące fizyczne ich własności: twardość, wytrzymałość, ciągliwość, jednostajność budowy. Poza żelazem płyty pancerne zawierają około 3,5% domieszek, jak chrom, nikiel, molibden, wanad, mangan. Wartość płyty zależy nie tylko od składników chemicznych, lecz i od sposobów termicznej jej obróbki. Dane o przebijalności płyt opierają się na strzelaniu pojedyńczemi strzałami, chociaż należałoby właściwie badać je na odporność seryj k. m. Zwykle odporność płyt uważa się jako funkcję twardości (Brinell). Jednak wymagana twardość zależy też od ciężaru pocisku; okazało się bowiem, że płyta odporna na pociski małych kalibrów powinna być twardsza, niż gdy chodzi o kalibry większe. Zależność od kąta uderzenia tak się wyraża, że każde 10° odchylenie od prostopadłej zmniejsza przebijalność płyt o blisko 10%, lecz przy 45° — otrzyma się już rykoszety.

Trudności w otrzymaniu wzorcowych płyt i pocisków są duże z tego powodu, że wartość płyty bada się pociskiem i odwrotnie, a więc jeżeli np. płyta została przebitą, to trudno orzec, czy pocisk był dobry, czy płyta za słaba.

Najcieńszym pancerzem są hełmy; mogą one przeciwstawić się tylko pociskom pistoletów lub pociskom osłabionym i lecącym z odbicia. Hełmy wojenne były wykonywane ze stali manganowej Taylor-Whartona (15% Mn). Grubość ich blachy wynosiła 0,7 mm. Przebijalność amunicją 0,45", przy szybkości średn. 265 m/sek.; wymagana energja przebicia wynosi 60 kgm.

Płyty złożone z warstw pojedyńczych nie są mocniejsze od płyt masywnych; płyty przedzielone warstwą powietrzną kilkocalową są cokolwiek odporniejsze.

Przebijalność jednorodnych pancerzy czołgów jest następująca:

Pancerz samoch. 3000 kg, wający 540 kg, grub. 6 mm może być przebity z odległ. 450 m pociskiem 0,3".

Pancerz samoch. 4000 kg, ważący 1350 kg, grub. 12 mm może być przebity z odl- 450 m pociskiem 0,3", lub 900 m pociskiem 0,5".

Pancerz czołga 9 tonn, ważący 1000 kg, grub. 15 mm może być przebity z odległ. 450 m pociskiem 0,5"; pocisk 0,3" nie przebija go.

Pancerz czołga 15 tonn, ważący 4000 kg, grub. 20 mm może być przebity z odległ. najbliższej pociskiem 0,5".

Z doświadczeń wojny wynika, że działanie snopa pocisków k. m. jest odrębne niż trafień pojedyńczych (ścieranie, zmęczenie materjału).

Próby amerykańskie z pociskiem Halger-Ultra Gerlicha dały wyniki następujące:

Pocisk bronzowy przebijał płytę 10 mm przy szybkości 1000 m/sek., a pocisk 0,3" (rdzeń ołowiany, płaszcz melchiorowy) przebijał tę że płytę przy szybkości 930 m/sek.; i tu zapewne leży przyszłość sprawy przebijalności pancerzy. Gerlich oblicza przebijalność płyty 24 mm, kalibrem 7 mm, przy szybkości uderzenia 1400 m/sek i gwarantuje on przytem dużą celność, krótki czas lotu, płaskość toru, a pomimo to mniejszy odrzut i mniejsze zużycie broni.

Jeżeli te zasady dadzą zastosować się praktycznie i nie natrafią na trudności nieprzewidziane przy użytku bojowym, to efekt bardzo wysokich szybkości lotu pocisku pociągnie za sobą radykalne zmiany w projektowaniu opancerzenia czołgów.

W walce z pancerzem obecnie pocisk bierze górę, bo jego skuteczność rośnie z kwadratem szybkości; odpowiedzią na broń przeciwczołgową nie może być pancerz, lecz raczej zwiększona ruchliwość.[1])

Rys. 2 przedstawia wykres przebijalności płyty jednorodnej przez różne bronie, a mianowicie:

Krzywa Nr.	Kaliber m/m	Ciężar poc kg.	V_0 m/sek.
1	37	0,56	840
2	37	0,75	675
5	37	0,56	380
6	37	0,56	600
3	47	1,48	600
4	57	2,70	435
7	75	6,08	435

5) *Stałe ograniczenia wojen.* — Kpt. uzbr. Nickerson. Analiza sił rządzących konfliktami. Jest to jeden rozdział z pracy tego autora pod tytułem „Stany Zjednoczone w przyszłej wojnie" — (The United States and the next war).

6) *Sprawność balistyczna broni palnej".[2])* H. Gerlich.

W artykule tym autor odpowiada na wątpliwości wyrażone przez gen. Rohnego, wskazuje ponadto błędy w obliczeniach tegoż, opierając swe wywody na doświadczeniach.

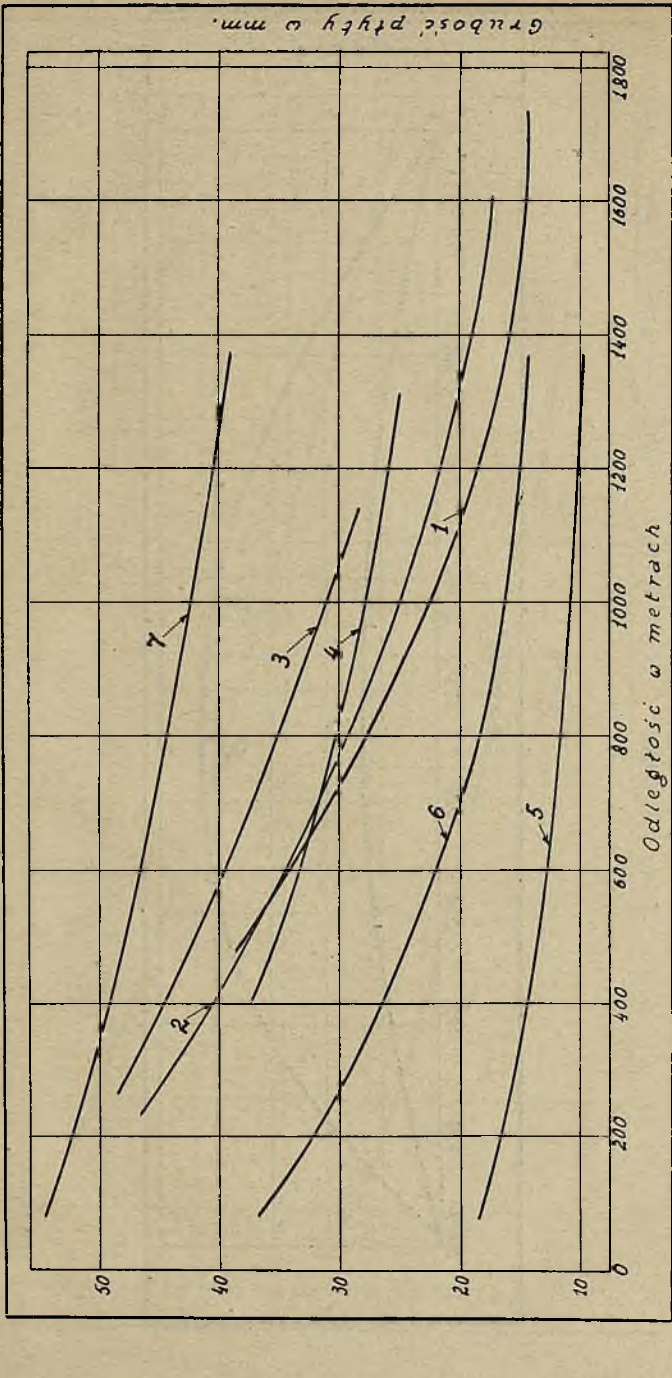
Gerlichowi udało się otrzymać wzrost ciśnienia na całej długości drogi pocisku w lufie bez powiększenia ciśnienia maksymalnego; jednostka ciężaru ładunku prochu ma tedy większą wydajność niż w broni dotychczasowej.

Autor przytacza następnie dodatkowe dane, jakie uzyskał przed rokiem ze swej broni 7 mm na odległość 1000 m; pocisk ważył 8,15 gr. i miał $V_0 = 1358$ m/sek. Oto wyciąg z tabeli doświadczalnej:

Odległość m	Szybkość końcowa m/s.	Energja końcowa w kgm.	Czas lotu sek.	Wierzchołek toru cm.
0	1358	765	—	—
100	1260	659	0,044	0,4
500	989	405,5	0,39	21,0
1000	726	219	0,98	120,0

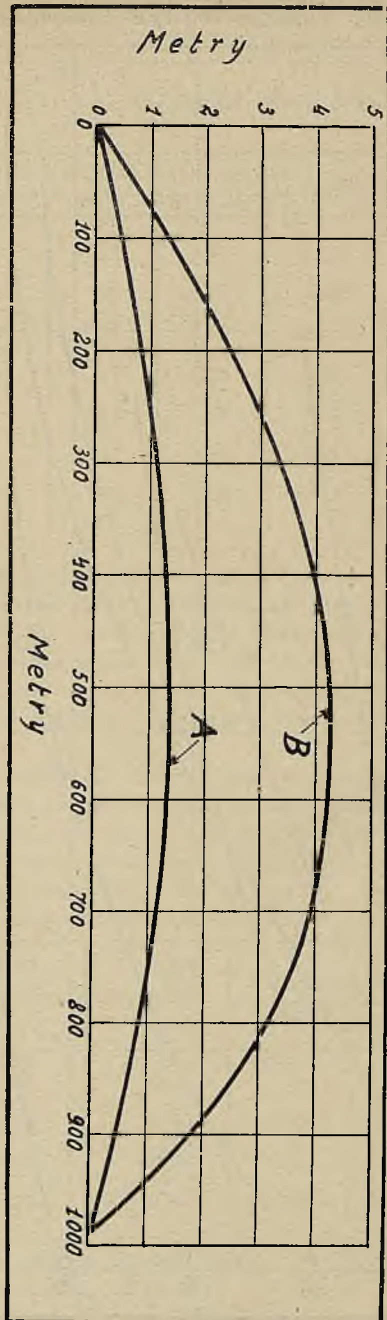
[1]) p. praca ang. płk. Martela „In the Wake of the Tank".

[2]) p. Przegl. Art. 1931 r. tom XII str. 343
„ „ „ t. XIII str. 256
„ „ 1932 t. XIV str. 255
Wiad. Techn. Art. 32 r. Nr. 13 str. 2; Przegl. Techn. Nr. 3/33 r.

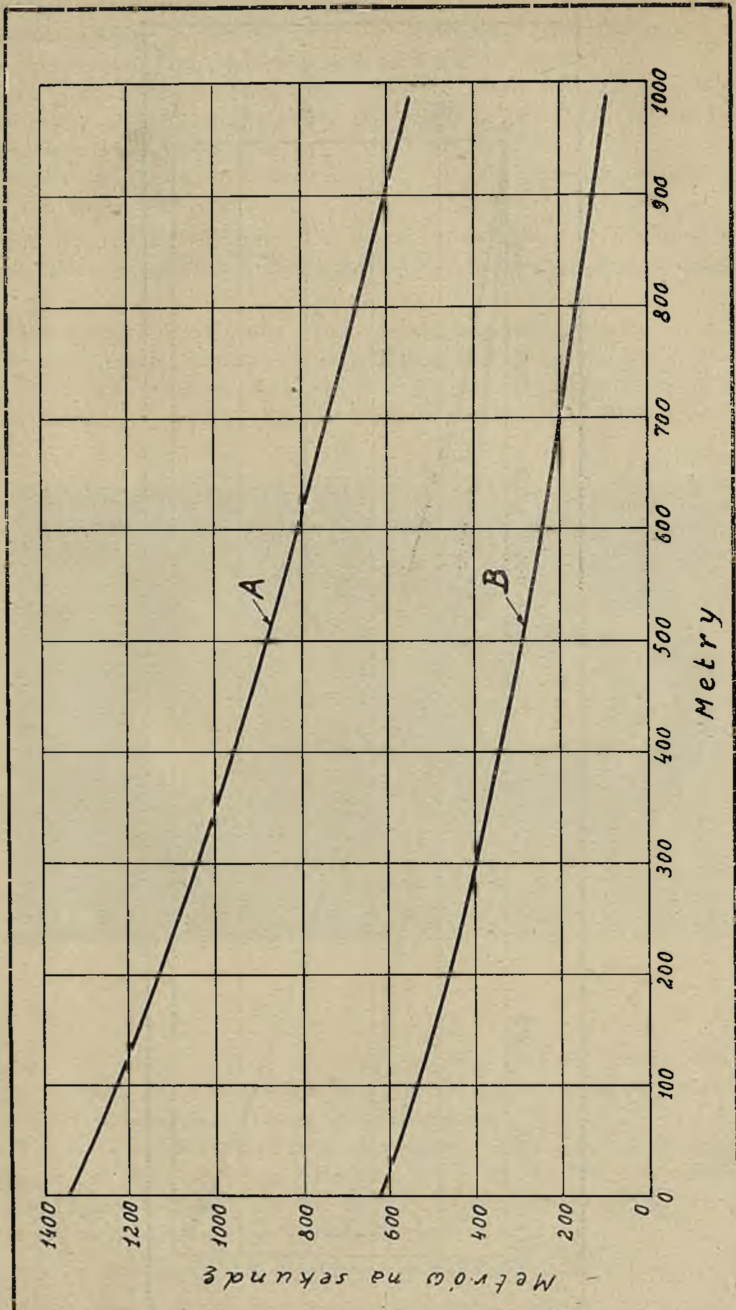


Grubość płyty w mm.
Odległość w metrach
0
200
400
600
800
1000
1200
1400
1600
1800
10
20
30
40
50
1
2
3
4
5
6
7

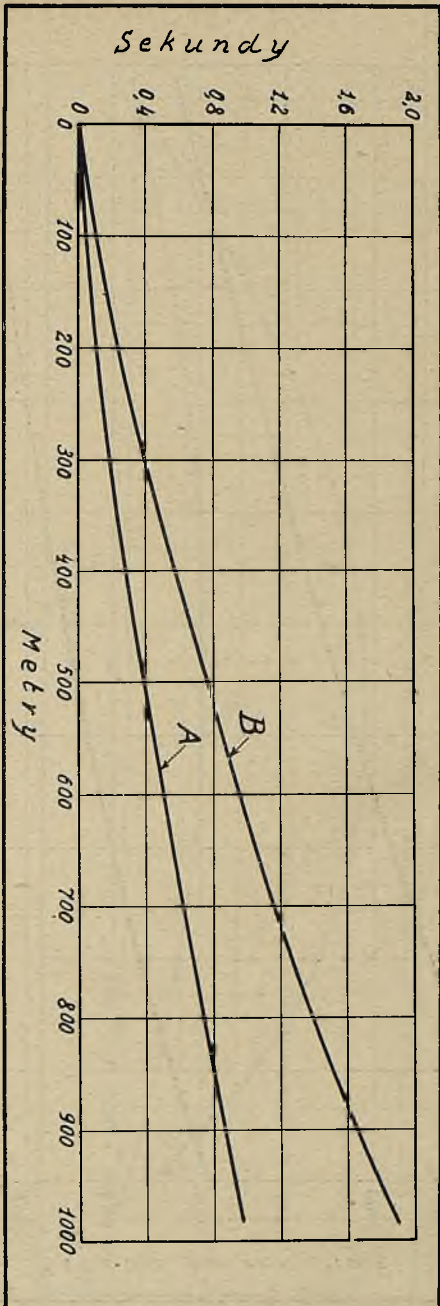
Rys. 2.


Metry
0
1
2
3
4
5
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Metry
A
B

Rys. 3.


Metrów na sekundę
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
Metry
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
A
B

Rys. 4.


Sekundy
0
0,4
0,8
1,2
1,6
2,0
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Metry
A
B

Rys. 5.

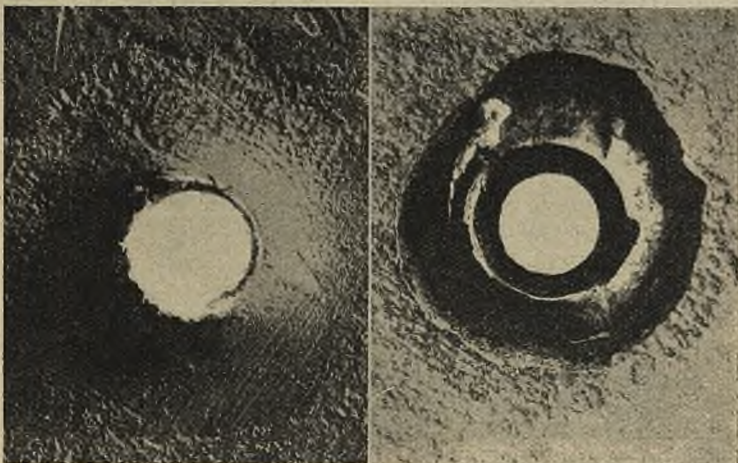
Rys. 3 przedstawia porównawczo tory pocisków: *A*—Halger - Ultra; *B* — pocisku niemieckiego „*S*“ 7,9 mm, przy $V_0 = 780$ m/s., ciężar 12,8 gr., — z którego wynika, że płaskość toru pocisku *H* jest 3—4 krotnie większa.

Rys. 4 przedstawia porównanie szybkości pozostałych dla obu rodzai pocisków; widać z wykresu, że szybkość pocisku *H* w odległości 900 m jest równa szybkości wylotowej pocisku *S*.

Rys. 5 daje porównanie czasu lotu obu tych pocisków (na odległości 1000 m., — 0,98 sek. wobec 1,87 sek)..

Celność pocisków Halgera jest lepsza od celności tamtych, a przebijalność jest zdumiewająca, pomimo budowy zwykłej (t. j. nie przeciwpancernego charakteru).

Kilka fotografij pokazuje wyniki przebijania płyt pancernych; a mianowicie: Rys. 6 — przebicie płyty chromoniklowej hartowanej 15 mm (*Cr* — 1,25%, *Ni* — 3,7%, wytrzymałość 82.4 kg/mm², granica sprężystości 61 kg/mm², wydłużenie 13,5%); — na lewo otwór wejściowy, na prawo — wyjściowy.



Rys. 6.

Rys. 7 — korki wybite z płyty pancernej grubości 15—18 mm, średnice otworów wynoszą do 24 mm; korki te zagłębiały się na 30 mm w tarczy sosnowej, umieszczonej w odległości 7 m za płytą pancerną.

Rys. 8 — przebicie 3-ch płyt ustawionych za sobą w odległościach 100 m, strzelano z odległości 60 m; grubości płyt były: 10, 7,5 i 12 mm. Dwie ostatnie były odchylone pod kątem 20°; w trzeciej płycie pocisk ugrzązł na głębokości 6,5 m, czyli że przebił ogółem grubość 24 mm.

Rys. 9 podaje kształt grzybkowy pocisku po przebiciu powyższych 3-ch płyt.

7) *Manewry angielskiej brygady czołgów w 1932 r.* — kpt. w. ang. B. Lidell Hart.



Rys. 7.

8) *Obraz zaopatrzenia w szczegółach.* — Sposób ożywienia gotowości przemysłowej. — A. Dow. Odczyt na XIV zjedzie Stow. Uzbr. Rozważania autora mają charakter miejscowy.

ARMY ORDNANCE — marzec, kwiecień 1933 r.

1) *Pogawędka o rozbrojeniu.* — H. Belloc.

2) *Zamówienia próbne jako czynnik pobudzający wskrzeszenie przemysłu.* L. Hodges.

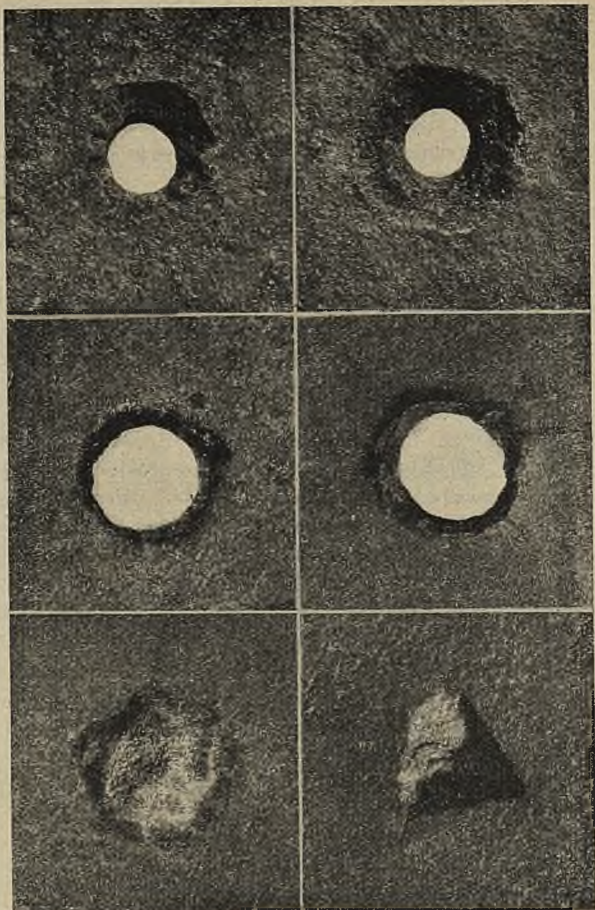
3) *Lufa i pocisk Gerlicha.* — mjr. uzbr. G. Wilhelm. Dyskusja o metodzie otrzymania dużych szybkości.*)

Korzyści wysokiej szybkości wylotowej i pozostałej są wyraźne: duża energja lotu, płaski tor, krótki czas lotu, mniejszy wpływ wiatru i pogody, — wszystko to zwłaszcza jest ważne przy osrtzeliwaniu celów ruchomych. Wadami osiągnięcia dużych szybkości były dotychczas: zwiększenie siły odrzutu i szybkie zużycie się lufy.

Do czasu użycia prochu bezdymnego w broni małokalibrowej szybkości wylotowe nie przewyższały znacznie szybkości dźwięku w powietrzu, czyli 330 m/sek.; zastosowanie prochu czarnego uniemożliwiało wzrost duży tych szybkości z powodu możliwości nadmiernego wzrostu ciśnienia, niebezpiecznego dla ówczesnej broni. Ciśnienia te były bardzo duże w części zamkowej, zawdzięczając to szybkopalnemu prochowi, — a stosunkowo niskie przy wylocie. Odpowiednio do przebiegu ci-

---

*) Autor nie wyjawia tu tajności prób dokonywanych z tą bronią przez Dep. Uzbr. St. Zjedn. (przyp. wydawcy Army Ordnance).



Rys. 8.



Rys. 9.

śnienia ścianki luf dawnych były przy zamku znacznie grubsze niż u wylotu. Proch bezdymny wygładził cokolwiek krzywą ciśnienia, utrzymując większe ciśnienie u wylotu niż poprzednio, — ilustrują to porównawcze grubości ścianek luf nowoczesnych przy zamku i u wylotu.

Dla broni małokalibrowej szybkość wylotowa została ustalona na około 810 m/s dla k. m. i broni ręcznej kalibru około 7 mm. Przy pociskach wojskowych ważących 9—11,7 g jest to najmniejsza praktycznie szybkość, uwzględniająca wszelkie takie czynniki, jak długotrwałość lufy, błysk, dym i t. p. Pewne zmiany w pocisku, spłonce lub prochu zezwalały na wzrost powyższej wielkości o jakie 10%. Jednakże obszerne studja i badania doprowadziły do metod zwiększenia szybkości wylotowej do granic dotychczas niepraktykowanych. O nich to autor dyskutuje.

Ze stanowiska balistyki wewnętrznej pożądane jest mieć pocisk o małej masie lecz dużym przekroju poprzecznym (o małej gęstości); tym warunkom odpowiedziałby np. *pocisk z korka* o średnicy 12 mm, któryby otrzymał duże przyśpieszenie, lecz po wylocie z lufy byłby do niczego, bo tu balistyka zewnętrzna wymaga najmniejszego przekroju i największej gęstości pocisku, — takim idealnym pociskiem byłaby *igła* wykonana *z wolframu*. Lub możnaby wymyślić pocisk, któryby w lufie biegł bokiem, a po za lufą wzdłużnie. Omawiana idea była zastosowana np. w starej iglicowej broni niemieckiej z 1855 r., gdzie pocisk cokolwiek mniejszej średnicy od lufy osadzony był w drewnianem denku, które po wystrzale odpadało.*) W czasie wojny francusko-pruskiej w 1870 r. karabiny franc. Chassepot'a przewyższały donośnością tamte. Niemcy zwiększyli kaliber swego pocisku, co doprowadziło do zwiększenia szybkości wylotowej z 280 m/s. na 330 m/s, a donośność wzrosła podwójnie, bo z 585 do 1170 m.

Następnym ważnym krokiem do dalszego zwiększenia szybkości wylotowej był wynalazek niemieckiego inżyniera Karola Puffa, który opatentował go w 1903 r.: a polegał on na zastosowaniu lufy o przewodzie stożkowym, zwężającym się ku wylotowi, co miało właśnie na celu pewne uzgodnienie wymagań balistyki wewnętrznej z wymaganiami balistyki zewnętrznej (wzrost stopniowy obciążenia poprzecznego pocisku). Ponadto Puff wprowadził różne sposoby prowadzenia swych pocisków (dno, paski, pierścienie). (Rys. 10).

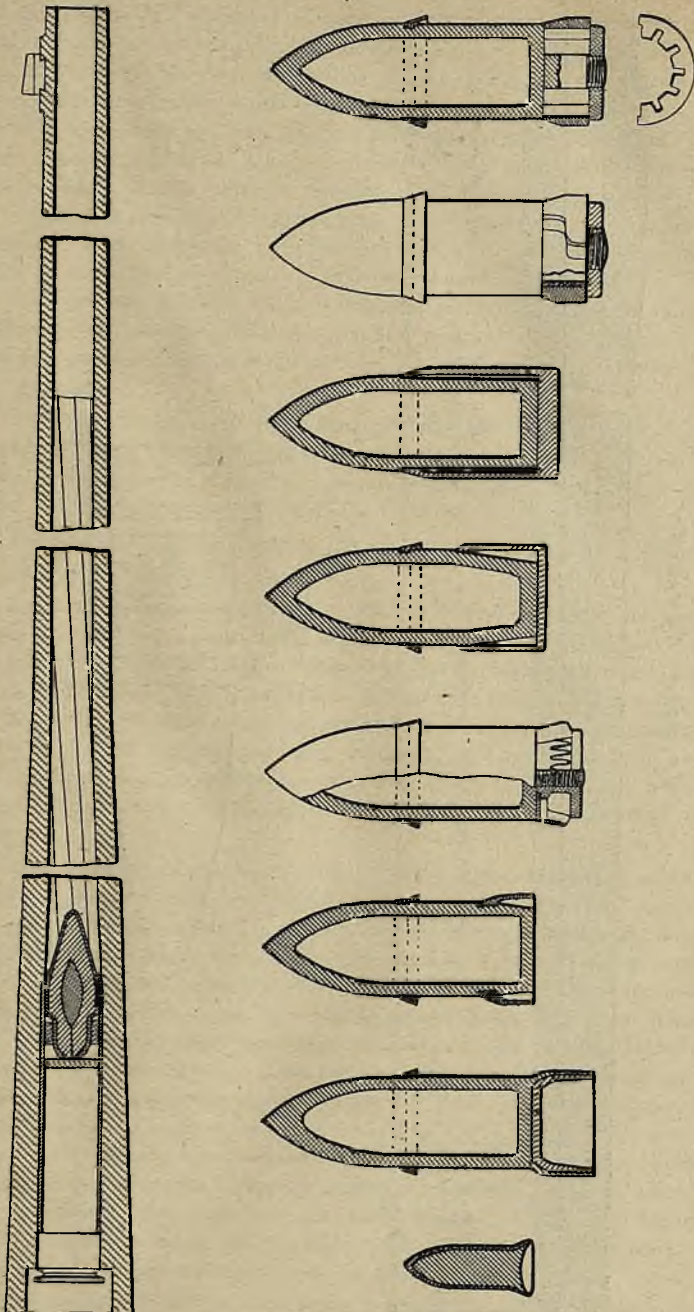
Podobną ideę propagował w 1908 r. niem. płk. Heydenreich (pocisk ołowiany z płaszczem, wysmukłem ostrzem i pierścieniami wiodącemi, lufa stożkowa o coraz to płytszych gwintach). Wynalazek Puffa był próbowany w Niemczech i w Rosji; pociski jego miały kaliber 7,78 mm w części walcowej, średnica pierścieni wiodących była 9,21 mm, ważyły one 13,65 g. Przy użyciu ładunku 3,8 g prochu bezdymnego osiągały szybkość 710 m/s, przy ciśnieniu maksymalnem 2900 kg/cm^2. Zalety broni Puffa były te, że dla danego kalibru i ciężaru pocisku otrzymano większą szybkość początkową przy niższem ciśnieniu maksymalnem, lub odwrotnie: przy utrzymaniu tego samego ciśnienia — wzrastała znacznie szybkość, zwłaszcza przy użyciu lżejszego pocisku. Pociski te zdołały przebijać płyty stalowe; używano też skrętu gwintów postępowego.

Były jeszcze inne tego rodzaju pomysły (np. niemiecki Rotha), lecz mniej skuteczne.

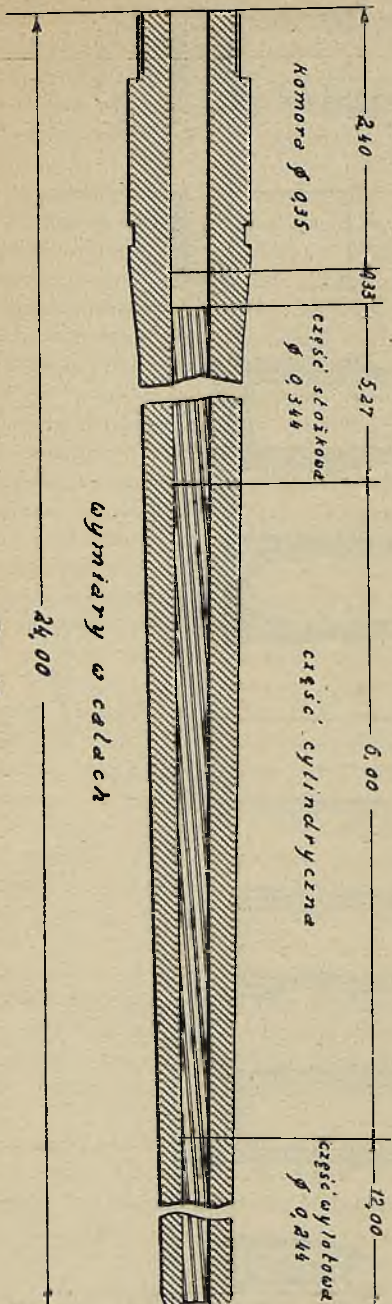
Najnowsza metoda Gerlicha jest oparta na idei Puffa, lecz jeszcze więcej ulepszona i przez to więcej obiecująca. Lufa wewnętrznie składa się z 3-ch części: tylnej o większej średnicy, stożkowej i przedniej wylotowej o mniejszej średnicy. (Rys. 11).

---

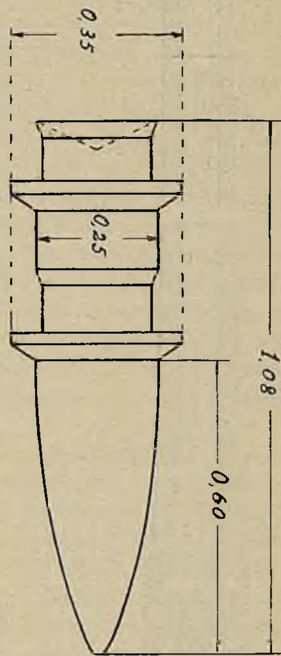
*) p. pomysł działa dwukalibrowego Biertałowa: „Najnowsze zdobycze techniki artyl." str. 36 i Uzupełn. I-e — str. 2.



Rys. 10.


2,40
komora ⌀ 0,35
0,33
część stożkowa ⌀ 0,344
5,27
część cylindryczna
6,00
część wylotowa ⌀ 0,244
12,00
wymiary w calach
24,00

Rys. 11.


0,35
0,25
1,08
0,60

Rys. 12.

Pocisk Gerlicha posiada 2 kryzy o średnicy części tylnej lufy pomiędzy brózdami (Rys. 12); w czasie przejścia pocisku przez lufę kryzy zostają zgniecione, i pocisk wychodzi z lufy w postaci gładkiego walca o dobrych właściwościach balistycznych. Ponieważ tylko wąskie kryzy przylegają do ścianek lufy, opór przetłaczania pocisku jest niewielki, a nacisk gazów jest duży. Pociski Halgera mają ogon zwężony, lecz jest to zbyteczne, bo przy szybkościach, przewyższających znacznie szybkość dźwięku, przeciwstawia się oporowi powietrza jedynie ostrze pocisku. Różne możliwe zarzuty i wątpliwości, np. co do działania pierścieni wiodących pocisku (kryz), okazały się w praktyce nieuzasadnionemi; pocisk uzyskuje b. duże szybkości i ma lot prawidłowy. Gerlich opatentował swój wynalazek w wielu krajach (np. w Niemczech, Anglji, St. Zjedn.).

Teoretycznie istnieje kilka możliwych dróg do uzyskania dużych szybkości wylotowych, są to: użycie dużego ładunku prochu, użycie prochu o spalaniu postępowem, użycie stożkowego przewodu lufy i pocisków z kryzami, użycie lżejszych pocisków.

Obecne ciśnienia w kb. Springfielda lub k. m. Browninga wynoszą 3170 kg/cm^2; broń bywa próbowana na ciśnienie 4440 kg/cm^2. Najwyższe ciśnienie, stosowane praktycznie w lufach specjalnych, wynosić może 3810 kg/cm^2, — co stanowi granicę możliwości zwiększenia ładunku.

Druga metoda rozważana ze stanowiska teoretycznego i praktycznego może zwiększyć energję prochu do 20%.

Stosując zwiększenie ciśnienia i lżejsze pociski możnaby zwiększyć szybkość o jakie 100—200 m/s., lecz duży wzrost ciśnienia szybko niszczy lufy. Metoda zaś Gerlicha (zmiana przebiegu krzywej ciśnienia, lekkie pociski i stożkowy przewód) daje możność wzrostu szybkości o wielkości ponad 300 m/s bez przeciążenia lufy; daje ona również dobre uszczelnienie. Najcharakterystyczniejszym rysem lufy Gerlicha jest utrzymanie stałej średnicy na pewnej długości w części zamkowej, co wywołuje dogodniejszy przebieg krzywej ciśnienia. Metoda Gerlicha ma ważne znaczenie w zastosowaniu strzelania do celów powietrznych lub opancerzonych.

Przy rozważaniu widocznych zalet tych metod wynikają następujące kwestje: dla czego dotychczas nie zastosowano metody Puffa i dla czego obecnie zainteresowano się tak silnie tą sprawą, wobec pewnych stron ujemnych wysokich szybkości? Odpowiedzi są jasne: gdy zasada Puffa była opracowywana, nie było jeszcze czołgów; pancerze płyty były używane jedynie jako tarcze ochronne artylerji; nie było płatowców o wielkich szybkościach lotu. Dla piechoty — ówczesne ujemne strony tego wynalazku przeważały nad zaletami (trudność wyrobu pocisków i luf, silny odrzut). Obecnie warunki zmieniły się: dla zwalczania celów powietrznych i opancerzonych wymagane są duże szybkości pozostałe. Metoda Gerlicha zapowiada wzrost szybkości o jakie 100%. Lecz trudności jeszcze są: naboje są dłuższe i grubsze od zwykłych, chociaż studjują już pociski mniejsze; broń i amunicja są drogie. Ulepszenia dalsze są w stadjum prób. Trudno jest stosować te pociski jako smugowe lub rozpryskowe. Ulepszenie zaś w nowszych płytach pancernych zdaje się prowadzić do zwiększenia odporności na przebicie bardzo małemi pociskami nawet o b. dużych szybkościach.

W każdym razie dalsze ulepszenia broni o b. dużej szybkości powinny być poszukiwane, choć napotykają na wielorakie trudności; nie należy się też spodzie-

wać w najbliższej przyszłości żadnej rewolucyjnej zmiany broni, ze względu na jej dotychczasową prostotę i niezawodność.

4) *Broń automatyczna.* — Zasady mechaniczne różnych typów; część I-a. — mjr. uzbr. J. Hatcher.

5) *Cykl dawnych wojen.* Niepowodzenie Greków i Rzymian w sprawie ograniczenia konfliktów. — kpt. uzbr. H. Nickerson. (ciąg dalszy rozdziału z książki autora „Stany Zjedn. i przyszła wojna").

6) *Skuteczny moździerz okopowy.* Rozwój moździerza 81 mm Stokes-Brandt — kpt. uzbr. E. Goebert.

Posłannictwo piechoty w nowoczesnej walce zawiera zadania, dla których wymagana jest broń silniejsza niż karabiny ręczne. Wprowadzenie karabinów maszynowych odpowiadało pierwotnie tym wymaganiom i pociągnęło za sobą zupełne zmiany w taktyce obrony z użyciem gniazd k. m., umocnionych punktów i t. p., wobec których kb. ręczne są mało skuteczne. W czasie wojny światowej do organizacji dywizji wprowadzono działo towarzyszące, w postaci lekkiej armaty polowej obsługiwanej przez artylerję, jako działo towarzyszące piechocie. Przeznaczeniem jej było zwalczanie oporów, którym nie może podołać piechota swoją bronią. Przeciwko takim celom używano też 37 mm działka (obsługiwane przez personel piechoty), lekkiego, b. ruchliwego, celnego na nieduże odległości. Skuteczność jego była jednak ograniczona ze względu na mały kaliber. Gdy operacje wojenne ustaliły się w rowach strzeleckich, ograniczenie użycia artylerji piechoty i towarzyszącej zwiększyło się z powodu płaskości ich torów. Pojawiła się potrzeba broni o niewielkiej donośności i o stromym torze — co doprowadziło do stworzenia moździerzy okopowych. Jednym z najpierwszych i najpraktyczniejszych typów był moździerz wynaleziony w Anglji przez F. W. Scott-Stokesa. W 1916 r. Stokes opatentował swój wynalazek w Stanach Zjedn., a w 1917 r. — wziął patent na amunicję do tego moździerza. Stany Zjednoczone, biorąc udział w wojnie, przyjęły na uzbrojenie moździerz 3,2" syst. Stokesa. Ciężar całości wynosił 49,5 kg (lufa, dwójnóg, podstawa). Moździerz miał lufę gładką i był ładowany od wylotu (kąty podniesień + 40 + 75^0, boczne pole ostrzału 17^0, donośność 135—675 m) nie posiadał celownika — ustawiany był w kierunku „na oko", podniesienie nadawano kwadrantem. Amunicja miała kształt walcowy z dwiema kryzami wiodącemi, zapalnikiem z przodu i zapłonnikiem ładunków pierścieniowych z tyłu. Pocisk w locie koziołkował i nie był celny, lecz miał dużą pojemność (ciężar pocisku 5,4 kg, ładunek trotylu 0,9 kg).

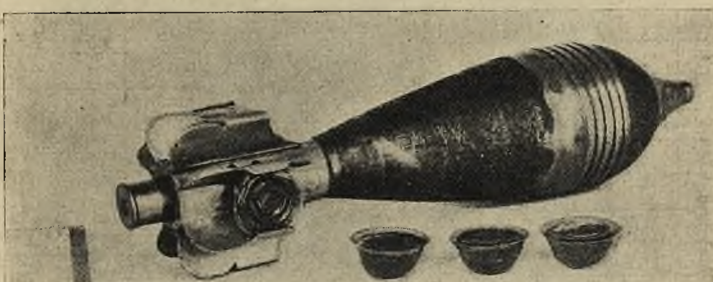
Ulepszenia tej broni, które stały się koniecznemi, dokonał po wojnie we Francji Edgar W. Brandt. On przedewszystkiem ustabilizował pocisk przez zmianę jego kształtu na terpedowy ze skrzydełkami (brzechny, pletwy); ciężar pocisku 3,5 kg, ładunku wewnętrznego 0,54 kg., donośność 180—3000 m; ładunki prochowe w miseczkach celuloidowych umieszczone są między skrzydełkami ogona.

Ulepszenia w broni wprowadzone były stopniowo i doprowadziły do wzoru 27 r. kalibru 81 mm (zmiany tylnego kształtu lufy, wprowadzenie celownika przeziernikowego i tabelki strzelniczej na lufie, sprężynowego opornika, ulepszenia w dwójnogu i płycie). Ostatni jeszcze więcej ulepszony model (zmiany w podstawie, dwójnogu i celowniku) jest to wzór 31 r. T_4 (Rys. 13 i 14).

Całkowity ciżar wynosi obecnie 58 kg., kąty podniesień + 40 + 90^0, boczne pole ostrzału 130—210 tys. Zwrócono specjalną uwagę na użebrowanie płyty, bo od jej stateczności przy strzale zależy w dużej mierze celność przy ogniu szyb-



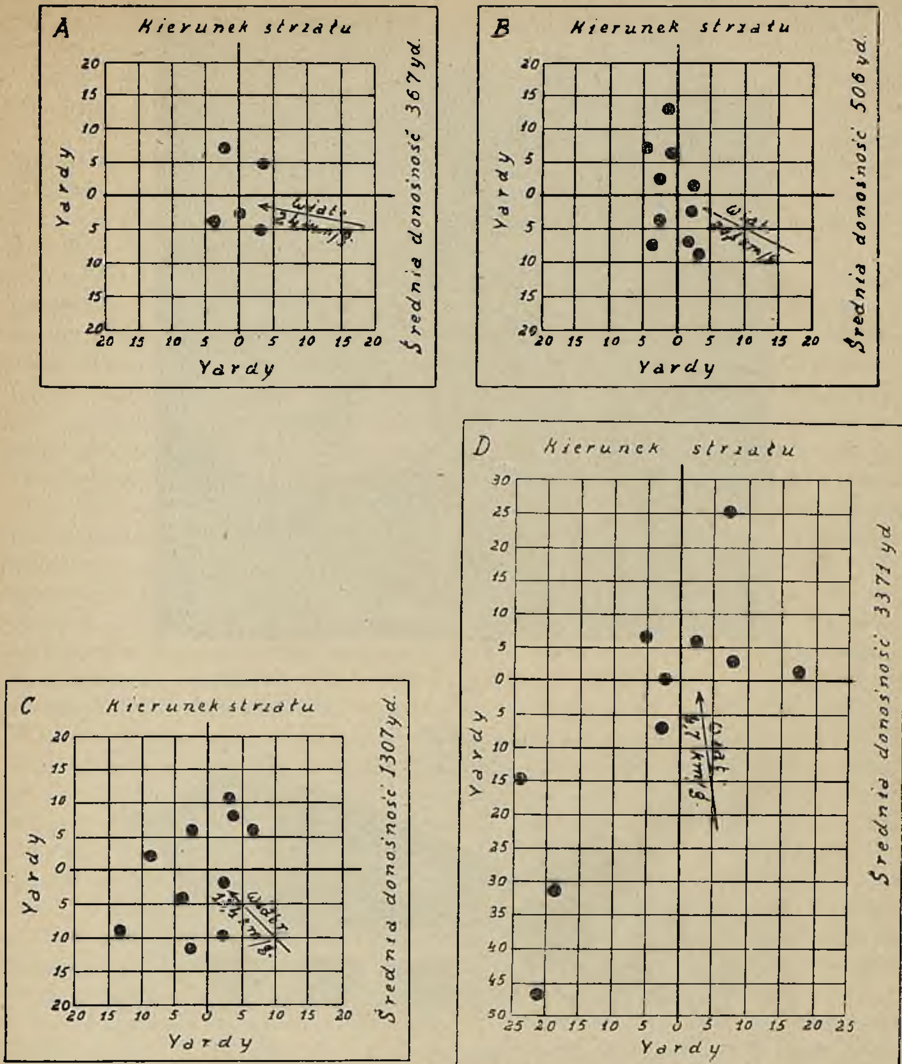
Rys. 13.



Rys. 14.

kim. Specjalny wydłużony pocisk o dużej pojemności waży 6,5 kg i zawiera około 2 kg materjału kruszącego; donosi do 1200 m. Dokonane w Stanach Zjednoczonych próby strzelania dowiodły wysokich zalet moździerza; oto wyjątek z tabeli prób:

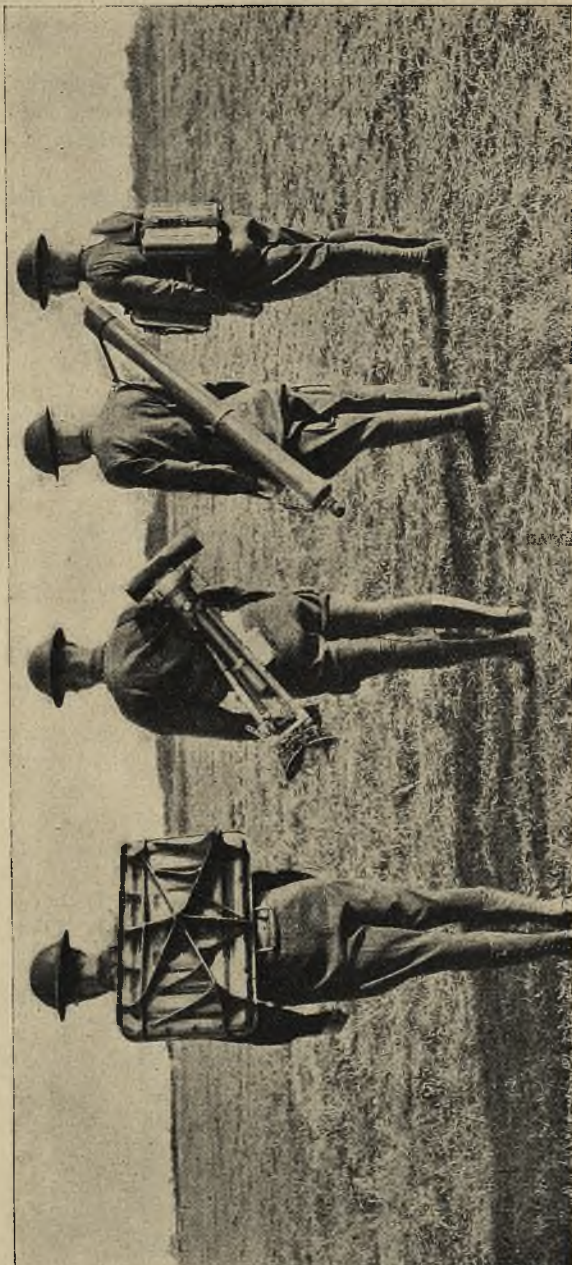
poc. T_1 3.5 kg, kąt podn. 75^0, don. 495 m,
średni rozrzut wgłąb 4,5 m, wszerz 0,4 p. $V_0 = 351$ m/s.
poc. T_1 3.5 kg, kąt podn. 75^0, don. 1454 m,
średni rozrzut wgłąb 27,0 m, wszerz 0,4 l. $V_0 = 696$ m/s.
poc. T_1 3,5 kg, kąt podn. 45^0, don. 3034 m,
średni rozrzut wgłąb 33,2 m, wszerz 2,6 l. $V_0 = 687$ m/s.
poc. T_3 6,5 kg, kąt podn. 75^0, don. 562,5 m,
średni rozrzut wgłąb 5,4 m, wszerz 7,5 l. $V_0 = 387$ m/s.



Rys. 15.

poc. T_3 6,5 kg. kąt podn. 45°, don. 455,4 m,
średni rozrzut wgłąb 5,4 m, wszerz 0,8 l. $V_0 = 227$ m/s.
poc. T_3 7,5 kg. kąt podn. 45°, don. 1176,3 m,
średni rozrzut wgłąb 6,3 m, wszerz 1,3 l. $V_0 = 387$ m/s.
Rozkład trafień wskazuje rys. 15 *A*, *B*, *C*, *D*.

A)	donośn. 330 m,	pocisk 3,5 kg,	kąt 70°	[pocisk lżejszy, donośność mała]
B)	455	6,5	70°	[pocisk cięższy, donośność mała]
C)	1175	„	45°	[pocisk cięższy, donośność duża]
D)	3035	3,5	45°	[pocisk lżejszy, donośność duża]



Rys. 16.

Rys. 16 przedstawia obsługę moździerza w marszu. Omawiany moździerz ze względu na swoją prostotę, lekkość i inne zalety, być może po pewnych jeszcze ulepszeniach, jakie wynikną przy jego zastosowaniu, — z pewnością zostanie wprowadzony na uzbrojenie w wielu krajach.

7) *Rozprawa o obronie i natarciu.* — kpt. w. ang. R. Gatehouse.

8) Fotografje, ilustrujące *ćwiczenia niemieckie w obronie plotn. i ppancernej* z zastosowaniem tekturowych płatowców i blaszanych czołgów.

9) *Amerykańska historja wojenna.* — mjr. C. Benson.

10) *Wspomnienie pośmiertne o gen. bryg. Colden Ruggles,* byłym zastępcy szefa Dep. Uzbr.